WEHNELT, B. 1937

IMPERIAL ENTOMOLOGICAL
22 JUNE 1937
INSTITUTE

Nachrichten

über

Schädlingsbekämpfung

BAYER

12. Jahrg. Nr. 2 Mai 1937

Hausmitteilungen »Bayer« Leverkusen

Beiträge zur Geschichte der Phytopathologie III.

Mathieu Tillet

Tilletia

Die Geschichte einer Entdeckung.

Dr. B. WEHNELT
(»Bayer« Pflanzenschutzabteilung - Leverkusen a. Rh.)

Mit 16 Abbildungen und alten Darstellungen der Getreidekrankheiten.

Inhalt

Seite

I. *Tilletia* — Mathieu Tillet (1714—1791) 45

II. Die Quellenliteratur 47

III. Leben und Werke Tillet's 50

IV. Seine Auseinandersetzung mit bestehenden Theorien . . 58

V. Tillet's Versuche 84

VI. Seine Ergebnisse 98

VII. Tillet's Entdeckung im Spiegel seiner Zeit 120

VIII. Schlußbetrachtung 137

IX. Zusammenfassung der Ergebnisse 138

X. Bibliographie 139

Fremdsprachliche Referate

Kapitel I

Tilletia — Mathieu Tillet.

«. . . un esprit philosophique trouve quelquefois matière à réfléchir dans ce qui paroît au commun des Hommes peu digne de les occuper.» Tillet.

„*Tilletia*" — ein vielgenanntes Wort überall dort, wo die Erde Weizen trägt. Die Literatur, die sich mit diesem parasitären Pilze als dem wirtschaftlich wichtigsten Feinde der Weizenkultur befaßt, ist fast unübersehbar geworden und wächst noch immer.

Im Jahre 1952 werden wir der zweihundertsten Wiederkehr jenes Tages gedenken können, an welchem die Akademie zu Bordeaux auf Grund ihrer 1750 gestellten Aufgabe dem gelehrten Agronomen Mathieu Tillet den Preis für seine erfolgreiche Erforschung der wichtigsten Getreidekrankheit im Königreiche Frankreich, des Weizensteinbrandes, zuerkannte.

„Tillet — *Tilletia*"! Wer kennt heute noch diesen Zusammenhang, wer noch die Lebensarbeit Tillet's? Wenigen nur ist die Herkunft des Namens „*Tilletia*" bekannt. Tillet's Schriften ruhen vergessen in einigen europäischen Bibliotheken. Kärglich ist die Auskunft der heutigen phytopathologischen Literatur über diesen Mann und sein Werk.

Die Aufgabe der vorliegenden Darstellung ist es, dem Entdecker der infektiösen Natur des Weizensteinbrandes, dem ersten wissenschaftlich-experimentell arbeitenden Erforscher der Getreidekrankheiten, Mathieu Tillet, den ihm gebührenden Platz unter den Klassikern der Phytopathologie einzuräumen, seine Werke, die Vielfalt seiner Entdeckungen, auf Grund systematischen Quellenstudiums der Vergessenheit und dem Irrtum zu entreißen.

Es wird gezeigt werden, daß mit Tillet und dem Jahre 1755 nicht allein eine Epoche in der Geschichte der Brandforschung, sondern darüber hinaus das Zeitalter experimenteller Phytopathologie überhaupt anhebt. Durch seine wundervollen Versuche erhob Tillet die Lehre von den Pflanzenkrankheiten aus der dunkel und eng gewordenen aristotelisch-theophrastischen Tradition und der Starrheit spekulativ gewonnener, konstruktiver Systeme seines Jahrhunderts zu einer eigenen Disziplin der exakten Naturwissenschaften.

Wir erleben mit Tillet das Werden einer Entdeckung, deren wirtschaftliche Tragweite die Welt und Jahrhunderte überspannt. Ein Menschheitsproblem

wurde in Troyes kühn in Angriff genommen und gelöst, gegen eine Flut kluger und törichter Theorien, die, nach Tillet's Wort, wie Wolken die Wahrheit verbargen. Allein dem Experiment die Antwort überlassend, ging Tillet den Weg, von dem er sagt, daß man auf ihm die Natur zwingen könne, sich selbst zu offenbaren.

Tillet verdankt seine Entdeckung nicht zuletzt seinem ehrfürchtigen Beachten der zeitlosen, ungeschriebenen, der Wissenschaft so oft um viele Weglängen zuvorgekommenen Volksweisheit, den Bauern seines Landes. Sie ahnten viel-

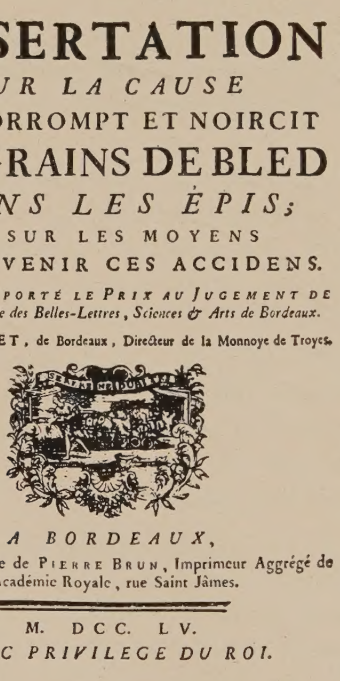

DISSERTATION
SUR LA CAUSE
QUI CORROMPT ET NOIRCIT
LES GRAINS DE BLED
DANS LES ÉPIS;
ET SUR LES MOYENS
DE PREVENIR CES ACCIDENS.
Qui a remporté le Prix au Jugement de l'Académie Royale des Belles-Lettres, Sciences & Arts de Bordeaux.
Par Mr. TILLET, de Bordeaux, Directeur de la Monnoye de Troyes.
A BORDEAUX,
Chez la Veuve de Pierre Brun, Imprimeur Aggrégé de l'Académie Royale, rue Saint James.
M. DCC. LV.
AVEC PRIVILEGE DU ROI.

Abb. 1. Titelblatt der preisgekrönten Schrift.

leicht schon länger als ein Jahrtausend voraus, was er in scharfsinniger Analyse und klug durchdachten Experimenten b e w i e s.

Erst durch sein Lebenswerk also tritt klare Erkenntnis an die Stelle unbestimmter Ahnungen und unvollständiger Induktionen. Alle Späteren, auch der Deutsche, Freiherr v o n G l e i c h e n, genannt Rußworm, der zu Ende des XVIII. Jahrhunderts die Infektiosität des Steinbrandstaubes erneut experimentell bewies, fußten, auch wenn sie Tillet's Werk nicht kannten, auf der Fama seiner Tat. Die Idee, Brandstaub sei ansteckend, konnte seit Tillet nicht wieder

untergehen, wie die mit Tillet in Frankreich einsetzende, ununterbrochene Fortentwicklung der Getreidebrandforschung und ihr fast um ein Jahrhundert später liegendes Übergreifen auf die anderen Länder der Erde beweist.

Es wird gezeigt werden, daß die Angaben der heutigen Literatur über Tillet und sein Werk ebenso wie über die Geschichte der Getreidekrankheiten und ihrer Verhütung vielfach einer entschiedenen Revision und weiteren Quellenforschung bedürfen, daß Tillet's Lebenswerk keineswegs durch den Satz: „er entdeckte die Infektiosität der Brandsporen" umgrenzt wird, sondern weit darüber hinausragt.

Die Geschichte der Erforschung des Getreidebrandes hebt für uns zu jener Zeit an, als Theophrast aus Eresos bei Aristoteles weilte, es sei denn, wir fänden einmal unter dem Schutt babylonischen oder gar sumerischen Kulturgutes, in der Heimat Gilgamesch's, dem uralten Ackerbaulande zwischen Euphrat und Tigris, oder dem des Nils, noch ältere Quellen, die uns vielleicht auch die Worte im ersten Buch der Könige, bei Haggai und bei Amos, deuten helfen, die Luther einst mit „Brand" und „Brandkorn" übersetzte.

Ein langer Weg der Erkenntnis bis zu unseren Tagen, vielfach ein dunkler, verschlungener und mühsamer Weg.

An jener entscheidenden Stelle, an der er sicher und klar Richtung nimmt auf ein Ziel, steht

Mathieu Tillet.

Kapitel II

Quellen.

Alle Aussagen dieser Untersuchung sind, soweit es irgend möglich war, aus dem Studium der Quellen formuliert worden. Infolge des immensen Umfanges schon der alten Brandliteratur, die bereits im XVIII. Jahrhundert die Aufstellung spezieller Bibliographien veranlaßte, und mit der man, nach einem Worte Elsners aus dem Jahre 1821, zahllose Folianten füllen könnte[102], mußte eine verhältnismäßig große Anzahl Schriften herangezogen werden. Eine wertvolle Basis für diese Quellenforschung bot die von Woolman und Humphry aufgestellte Bibliographie der Brandliteratur[175].

Neben allen phytopathologischen Veröffentlichungen Tillet's wurde in erster Linie die Literatur des XVIII. Jahrhunderts berücksichtigt. Aus der Literatur-Epoche von Theophrast bis zur Mitte des XVIII. Jahrhunderts wurden im wesentlichen nur jene Werke herangezogen, die auch Tillet benutzte; eine notwendige Beschränkung, denn fast zweieinhalb Jahrtausende Geschichte der Naturwissenschaften sind für Quellenforschungen, die nur einem kleineren Ausschnitte dienen sollen, ein Feld, weit genug, um sich leicht in spekulative Mutmaßungen über zwar mögliche, aber unbeweisbare Einflüsse zu verlieren. Wenn erforderlich und erreichbar, wurde noch jene Literatur eingesehen, die in diesen von Tillet gelesenen Werken angegeben wird und ihm dadurch mittelbar bekannt war.

Es ließen sich alle phytopathologischen Schriften Tillet's, deren Seltenheit sein Landsmann Tessier schon 1763 bedauert[151], in französischen Originalausgaben in Bibliotheken Deutschlands und Oesterreichs auffinden.

Die für eine Tillet-Forschung wichtigste Quellen-Literatur des XVIII. Jahrhunderts erwies sich als die umfangreichste und ergiebigste. Eine wahre Flut ökonomischer Publikationen, in deren Reihen der weitaus größte Teil der Getreidebrand-Literatur anzutreffen ist, ergoß sich über Europa. Sie nahm ihren Ausgang von der älteren Hausväterliteratur im XVII. Jahrhundert und den Anfängen periodischer Veröffentlichungen desselben Zeitabschnittes. Ungefähr von jenem Jahrzehnt an, als Thomasius die Staats- und Privatwirtschaft zu lehren begann (1690), nahmen die ökonomischen Wissenschaften und die aus ihnen emporwachsende Literatur in Europa einen gewaltigen Aufschwung. An den Universitäten entstanden eigene Lehrstühle dieser jungen Disziplin. Die zahlreichen Akademien, einst gebildet aus einer Geisteshaltung, der die konservativ erstarrten Universitäten zu enge wurden, förderten die wissenschaftlich beobachtende und besonders die experimentelle Arbeit, sahen eine ihrer wichtigsten Aufgaben in der Anwendung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse auf die Landwirtschaft und stellten Preisaufgaben, die im Thema ebenso wie in der preisgekrönten Lösung oft ein sehr hohes Niveau aufwiesen. So stellen die Berichte dieser Akademien und die sonstigen Veröffentlichungen ihrer Mitglieder wichtiges Quellenmaterial dar.

In fast allen Ländern wurden ökonomische Gesellschaften in großer Zahl in's Leben gerufen. Viele unter ihnen gaben periodische Zeitschriften in oft stattlichen Jahresbänden heraus. Das Zeitalter der Enzyklopädisten und der Aufklärung schuf ökonomische Lexika, vielbändige „Physikalisch-ökonomische Bibliotheken", d. h. Werke referierenden Inhaltes und umfangreiche Enzyklopädien über Ökonomie und Landwirtschaft. Ein Heer von Übersetzern und Referenten sorgte für den Austausch dieser geistigen Güter innerhalb der Na-

tionen. Mit der Errichtung ökonomischer Lehrstühle an den Universitäten (Halle 1727) wuchs auch hier die Fachliteratur rasch an. Und auf Schritt und Tritt begegnet man Arbeiten über Getreidebrand. Neben der Literatur Frankreichs und Deutschlands wurden auch Publikationen aus den für die Geschichte der Ökonomie wichtigen Ländern, wie England, Schweden, Schweiz, Dänemark und Italien hinzugezogen. Aus dem Anfange des XIX. Jahrhunderts fanden weit weniger Veröffentlichungen Aufnahme. Es war hier zu zeigen, wie fast überall Tillet's Entdeckungen einer unverdienten Vergessenheit anheimfielen, wie andererseits, gleichsam versöhnend, in diesem Zeitabschnitt das Wort „*Tilletia*" geprägt wurde.

Abseits von den drei genannten Gruppen stehen die wenigen Veröffentlichungen unserer Zeit, die etwas über Tillet auszusagen versuchen. Ihre Angaben sind ohne Studium der Schriften Tillet's gemacht und daher teils mangelhaft, teils voll fundamentaler Irrtümer. Völlig entschuldbar ist dies bei den amerikanischen Autoren Woolman und Humphry[175], die, selber verdiente *Tilletia*-Forscher, 1924 die schon genannte Liste der ihnen bekannt gewordenen Weizensteinbrand-Literatur aufstellten und ihr eine sehr gute historische Studie anfügten. Es war diesen Autoren trotz aller Mühe nicht möglich gewesen, auch nur eine der Schriften Tillet's in den Vereinigten Staaten aufzufinden. Die von ihnen gesammelte Brandliteratur teilten sie in drei Perioden, deren erste die Vorzeit bis 1755 („the pre-Tillet period"), deren zweite die Jahre zwischen 1755 und 1870 (die experimentelle „Tillet -to- Kühn period") und deren dritte die neuere Zeit umfaßt. Obwohl den amerikanischen Autoren die europäische Literatur des XVIII. Jahrhunderts nur unvollständig zur Verfügung stand, überragt ihr geschichtlicher Abriß bei weitem alle übrigen und stellt eine hervorragende Leistung auf dem Gebiete der Geschichte der Phytopathologie dar. Wir lesen dort, daß „Abbé Tillet" experimentell den infektiösen Charakter des Brandstaubes erforscht und damit den ersten Schritt zur Entdeckung der wahren Brandursache getan habe. Wie wir sehen werden, enthalten die Arbeiten Tillet's, der im übrigen kein „Abbé" war, weit mehr als jener Satz angibt. Ein Irrtum ist es jedoch, wenn Woolman und Humphry angeben, Tillet habe „bunt and loose smut as differing only in degree, or merely as different stages of development" angesehen; gibt sich doch Tillet die allerredlichste Mühe, die grundsätzlichen Verschiedenheiten von Stein- und Flugbrand und die völlige Unabhängigkeit beider Krankheiten voneinander klar zu machen.

Das Sorauer'sche Handbuch der Pflanzenkrankheiten[143] beschränkt sich auf die Angabe, Tillet habe im Jahre 1755 als erster die Ursache des Weizensteinbrandes in einer Infektionskrankheit erkannt. Im ersten Bande dieses Werkes gibt noch der jüngst von uns gegangene K. Braun in seinem „Ueberblick über die Geschichte der Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschäd-

linge“ die Preisarbeit Tillet's und die deutsche Ausgabe bibliographisch richtig an. Die übrigen noch vorhandenen Angaben über Tillet sagen das Gleiche wie die amerikanischen Autoren und das Sorauer'sche Handbuch oder weniger und können daher übergangen werden. Ein erster Hinweis auf den bedeutenderen Inhalt der Tillet'schen Preisarbeit befindet sich in der Arbeit des Verfassers (1935) über Johann Rudolph Glauber[172].

Wenn schließlich der so verdienstvolle L. Hecke in seiner Veröffentlichung über die wissenschaftliche Entwicklung der Phytopathologie[65] angibt, das XVII. und XVIII. Jahrhundert seien ohne nennenswerte Erfolge für diese Disziplin vergangen und von Untersuchungen durch den Versuch sei keine Rede, und sich dabei auf eine Quelle wie die Geschichte der Botanik von Sachs stützt, so ist in der vorliegenden Arbeit der Beweis erbracht, daß dem nicht so ist.

Kapitel III

Leben und Werke.

„Omnium rerum ex quibus aliquid exquiritur, nil est agricultura melius, nihil uberius, nihil dulcius, nihil libero homine dignius.“ Cicero de off. 2.

Über das Leben Mathieu Tillet's ist sehr wenig bekannt. Selbst die „Biographie universelle“ von Michaud[23] weiß uns so gut wie nichts über Frankreichs und der Welt ersten, experimentell arbeitenden Phytopathologen zu berichten. Unter dem Namen „Tillet“ finden wir dort, kurz genug, um es zu zitieren, folgendes:

« . . ., agronome, né à Bordeaux vers 1720, portait encore en 1766 le titre de directeur de la monnaie de Troyes (vgl. Abb. des Titelblattes!) quoique depuis neuf ans on ne battît plus monnai en cette ville. Il s'occupa beaucoup d'agriculture et les soins qu'il mettait à ses expériences lui procurèrent d'heureux résultats. Admis à l'Académie des Sciences en 1758 il eut part aux recherches utiles de Duhamel du Monceau. Il mourut en 1791. On a de lui . . .»

Es folgt ein weder vollständiges noch in der Titelwiedergabe immer korrektes Verzeichnis Tillet'scher Publikationen.

Von nicht in dieser Arbeit herangezogenen Schriften finden sich dort u. a. aus dem Jahre 1750 eine Arbeit über die Dehnbarkeit der Metalle und die Mittel, sie zu erhöhen, aus dem Jahre 1763 «Histoire d'un insecte qui dévore les grains dans l'Angoumois», und aus dem Jahre 1772 eine Arbeit über die Gefährlichkeit des bei der Verbrennung von Tang zur Aschengewinnung auftretenden Rauches. Poggendorff's Biographisch-literarisches Handwörterbuch[127] enthält noch eine Reihe Arbeiten Tillet's über Metalle, ferner über Konstanz von Maß und Gewicht u. a.

Darüber hinaus fanden sich anläßlich der vorliegenden Studien noch der Bericht über die Versuche in Trianon, seine Arbeit über den Mais in Angoumois und seine Untersuchungen bodenkundlicher Art bei Paris.

Es gelang bisher nicht, Näheres über das Leben Tillet's zu erfahren oder ein Porträt ausfindig zu machen. Möge diese Publikation Anlaß zu weiteren Nachforschungen in den Archiven seines Landes sein, um diese Lücke in unserem geschichtlichen Wissen über Tillet auszufüllen.

Nach persönlicher Mitteilung aus Frankreich*) findet sich in den Akten der Pariser Akademie als Geburtsjahr 1714 angegeben, als Sterbedatum der 20. Dezember 1791. So auch im „Annuaire de l'Académie Royale des Sciences" (1666—1793).

Einige Ergänzungen zu den Lebensdaten brachte das Studium seiner Werke und der zeitgenössischen Literatur. Wir erfahren hier, daß die Akademie zu Bordeaux jene bedeutsame Preisaufgabe über die Ursachen des Getreidebrandes und über die Mittel, ihn zu bekämpfen, im Jahre 1750 stellte. Diese Akademie, von der Graf Ginanni 1759 sagt: „un accademia sì celebre com'è quella di Bordeaux"[53], nach Baas seit dem Jahre 1714 bestehend, hatte siebzehn Jahre zuvor, 1733, schon einmal auf dem Gebiete experimenteller Botanik bei der Stellung einer Preisaufgabe und ihrem Richterspruch ein bemerkenswert hohes Niveau bewiesen. Der Jesuitenpater Sarrabat, genannt de la Baisse, erhielt damals den Preis für seine „Dissertation sur la circulation de la sève des plantes". Er wies darin das Aufsteigen der Pflanzensäfte in den Gefäßen durch Einführen gefärbter Flüssigkeit (Phytolacca) nach.

1751, so berichtet Tillet, sei ihm die Lösung der Preisaufgabe noch nicht gelungen. Er habe jedoch die Pläne der angesetzten Versuche im April des Jahres 1752 als den ersten Teil seines Werkes eingereicht. Darauf habe die Akademie die Aufgabe von neuem gestellt. 1752/53 und 1753/54 wiederholte er seine Versuche und erhielt zweimal den ausgesetzten Preis, wie er in seiner Widmung an den König zu Beginn seines 1755 in Bordeaux erschienenen Werkes angibt. Ein Exemplar dieser seltenen Preisschrift kam in die Bibliothek des Louvre. Approbiert wurde das Werk am 5. Mai 1755.

Schon im nächsten Jahre ließ er einen Bericht über Wiederholungen seiner Versuche folgen. Wie es im Titel dieses 1756 in Troyes und Paris erschienenen, in Deutschland anscheinend nicht vorhandenen Werkes heißt, wurden diese erneuten Versuche, die in Trianon stattfanden, auf „Anordnung des Königs", also wohl auf Betreiben der französischen Akademie und Buffon's, von Tillet unternommen. Er hatte auf dem ihm zur Verfügung gestellten großen Ver-

*) die ich den Bemühungen des Herrn Dr. Thonnard in Brüssel verdanke.

suchsfeld die einzelnen Versuche so angeordnet, daß brandige und nichtbrandige Parzellen schachbrettartig miteinander abwechselten, um möglichst alle anderen Einflüsse als den des Brandstaubes auszuschließen, auch um zu demonstrieren, wie vollständig er als Experimentator die Brandentstehung und Brandverhütung in der Hand habe. Zu Beginn der Versuche überreichte er der von der Akademie eingesetzten Prüfungskommission einen genau ausgearbeiteten Plan, der bereits die zu erwartenden Ergebnisse enthielt. Es erregte zur Erntezeit erhebliches Staunen, mit welcher Sicherheit jene Voraussagen eintrafen. Im Juni besuchte ihn der König, der wissenschaftlichen Interessen wenig zugängliche Ludwig XV., auf den Versuchsfeldern. Buffon war es wohl, seit 1739 Mitglied der Akademie und Intendant des „Jardin du Roi", der es vermochte, bei dem Könige ein Interesse für Naturwissenschaften zu erwecken, so daß dieser erhebliche Summen für den Garten und die dort angestellten Experimente ausgab. Noch im Jahre 1756 wurden Tillet's Versuche im Großen durch den Advokaten am Parlament zu Toulouse, M. Belot, erfolgreich wiederholt.

Diese Versuche in dem 1626 von Ludwig XIII. gegründeten „Garten des Königs" zu Trianon brachten Tillet die Berufung in die Akademie der Wissenschaften ein und veranlaßten ein Regierungsdekret an alle Intendanten Frankreichs mit einer Beizvorschrift für Weizen unter Berufung auf Tillet's Entdeckung[52]. Wie ein Bericht[165] dieser Akademie aus dem Jahre 1765 angibt, folgte eine Wiederholung der Versuche von Troyes und Trianon in Montrouge bei Paris, auf einem hochgelegenen, sandigen Terrain. Der Botaniker Bernard de Jussieu (1699—1776, ab 1774 Kustos in Trianon), auf dessen Arbeiten sich ein „natürliches Pflanzensystem", das „System von Trianon" gründet, und der Akademiker Le Monnier (1717—1799; s. p. 65) als Kommissare der Akademie entnahmen aus den Versuchsparzellen charakteristische Proben, um sie in Paris vorzulegen.

In den Sommern der Jahre 1760 und 1761 befand sich Tillet zusammen mit Duhamel du Monceau im Auftrage der Regierung in Angoumois, um die Lebensweise eines schädlichen Insekts zu erforschen, das den dortigen Weizenanbau seit vielen Jahren fast unmöglich machte. Die „Biographie universelle" von Michaud gibt eine 1763 erschienene Publikation Tillet's über diese Versuche an. Sie konnte bisher nicht eingesehen werden, wohl aber eine ausführliche zeitgenössische Besprechung im „Journal Oeconomique" vom April 1763[75].

Es ist sehr bezeichnend für die Wertung Tillet's in den wissenschaftlich interessierten Kreisen der französischen Regierung, daß er mit Duhamel du Monceau zusammen diesen Auftrag erhielt, ein interessantes Datum zugleich in der Geschichte behördlichen Pflanzenschutzes im XVIII. Jahrhundert. Dieser Du-

hamel du Monceau (1700—1782), älter als Tillet und in manchem sein Vorgänger in der deskriptiven Brandforschung, wird uns noch öfter begegnen. Er war „Inspecteur général de la marine, Membre de l'Académie Royale des Sciences et de la Société Royale de Londres, des Académies de Palerme et de Besançon . . .", wie es auf dem Titelblatt seiner „Eléments d'agriculture" (Paris 1763) heißt[37]. Seine Werke, damals hochberühmt, z. T. auch in's Deutsche übersetzt, sind noch heute lesenswert, vor allem sein „La Physique des Arbres", das einst Goethe eifrig studiert hat.

Die letzten publizierten Versuche Tillet's, hauptsächlich bodenkundlicher Art, bei denen es ihm gleichzeitig glückte, seine in Ackerboden, Gartenerde und Moosbeeten gewonnenen, die Infektionslehre bestätigenden Resultate auch bei Aufzucht der Versuchspflanzen in pulverisiertem Glas und reinstem Flußsand zu erzielen, fallen in die Jahre 1770—1774[166]. Aus einem Werke Tessier's[151] erfahren wir noch, daß Tillet in den 70er Jahren Versuche dieses Autors über Rost wiederholte und ihm das negative Ergebnis mitteilte. Tessier hatte geglaubt, echte Rostpusteln durch Aufspritzen von Öl erzeugen zu können. Im Jahre 1776 teilte der französische Forscher Parmentier[115] mit, Tillet habe ihm versprochen, Infektionsversuche mit Brandstaub, der an der freien Luft jeglichen üblen Geruch (nach Trimethylamin) verloren hatte, anzustellen, um zu prüfen, in welchem Zusammenhang Geruch und ansteckende Kraft ständen. Parmentier gibt weiter an, Tillet habe negativ verlaufene Infektionsversuche mit Bovistenstaub an Weizen angestellt. Eine Publikation Tillet's über derartige hochwichtige Versuche fand sich nicht. Weitere wesentliche Daten ließen sich bisher nicht ermitteln.

Von seinen letzten Lebensjahren wissen wir nichts. Zwei Jahre vor seinem Tode begann mit dem Sturm auf die Bastille die große Revolution. Vor einem Ende gleich dem Lavoisier's bewahrte ihn ein gütiges Geschick. Er schloß 1791, wenige Tage vor Weihnachten, die Augen.

Tillet scheint mit einer Reihe von Gelehrten seiner Zeit in Briefwechsel gestanden zu haben. Vielleicht ist es in Frankreich möglich, aus dem erhaltenen Briefmaterial des XVIII. Jahrhunderts mehr über Tillet's Leben zu erfahren. Mit Réné Antoine Ferchauld, Seigneur de Réaumur, (1683—1757; Mitglied der Akad.), dessen entomologische Forschungen Tillet's Bewunderung erregten, stand er, wie er selber mitteilt, wegen seiner Beobachtungen über eine Art Wurzelläuse an Weizen in brieflichem Verkehr. Ein Schreiben Tillet's an einen ungenannten Empfänger fand sich u. a. in der Juni-Nummer des Mercure de France aus dem Jahre 1757, leider ohne Datum; wie aus dem Text hervorgeht, ist es kurz vor dem Erscheinen des ersten Werkes geschrieben[94].

„Es freut mich sehr", so schreibt Tillet, *„welchen regen Anteil Sie an meiner Arbeit nehmen. Ich danke Ihnen für die Nachricht von dem schlimmen Zustand jenes vortrefflichen Landes, das Sie bewohnen. Ihren Wunsch nach Übersendung meines Werkes kann ich Ihnen jetzt noch nicht erfüllen, es ist noch zu Bordeaux in Druck."*

Es folgt dann eine Stelle über die Infektiosität des Brandstaubes, die im Original mitgeteilt sei*): *„Cette poussiere qui, au premier coup d'œil, ne paroît d'aucune conséquence, est infiniment redoutable pour le froment le plus sain. Elle contient un virus qui pénetre au travers de l'écorce, lorsque le grain est une fois ramolli dans la terre et infecte presque toujours les épis que ce grain produit. Cette poussiere est une véritable peste, et entraîne après elle tous les effets de la plus rapide contagion. Je ne l'ai bien cru qu'après des épreuves sans nombre, et qui menent au dernier point de conviction."*

Am Schluß gibt Tillet hygienische Vorschriften für Behandlung des Saatgetreides und ein Beizrezept.

Nachrichten über Versuche Tillet's drangen schon v o r der Veröffentlichung seiner Preisarbeit in andere Länder, so auf brieflichem Wege an den italienischen Phytopathologen G r a f G i n a n n i, der sich ebenfalls um die Erforschung der Getreidekrankheiten bemühte. Am 11. April 1754 schrieb Signor S é g u i e r an Ginanni mit Bezug auf Tillet, Ginanni möge sich mit seinem Werke beeilen:

> *„Ora sento dalla sua, che da parecchi anni Ella ha fatte osservazioni sopra le malattìe del Frumento, e ne ha distinte le spezie, formandone un Trattato. Utilissime queste saranno, e non dubito, che non sieno accettate con giubilo da tutti. Le dirò però con tutta schietezza, che sarebbe meglio, ch'ella sollicitasse di pubblicare queste sue osservazioni . . ."*[53]

Interessant ist auch eine Angabe P e t e r F r e y h e r r n v o n H o h e n t h a l's zu Falkenberg in seinen „Oekonomischen Nachrichten", Leipzig 1755; „Ich bin begierig", sagt er in seinem Aufsatz über den Brand, „wenn ich's noch erlebe, die Meynung vom Brande zu lesen, welche dem Verlaut nach für ein darauf gesetztes Praemium als die beste und wahrscheinlichste nächstens wird erkläret, und bekannt gemacht werden"[112].

Ein Brief, allerdings nicht von Tillet's Hand, der uns ein lebendiges Bild von dem Eindruck seiner Experimente auf die Zeitgenossen vermittelt, sei hier mitgeteilt. Er ist an D i d e r o t, einen der Väter der großen Enzyklopädie, gerichtet, abgesandt von dem »Lieutenant des Chasses du Parc de Versailles«, M. le R o i (Roy). Er lautet:[158]

«*Mein Herr!*

Wir sprachen schon oft über die Entdeckung des Herrn Tillet beim Brande des Getreides. Die ersten im Druck erschienenen Versuche hatten mich keines-

*) Alle Zitate in der alten Schreibweise.

wegs schon so überzeugt wie Sie. Allzuoft wurde ich getäuscht. Wenn ich auch nicht annahm, Herr Tillet wolle andere betrügen, so glaubte ich doch, er könne sehr wohl Opfer einer Selbsttäuschung geworden sein. Ich teilte Ihnen mit, daß diese Versuche in Trianon wiederholt würden und daß ich Zeuge und aufmerksamer Beobachter sein wolle. Mein Mißtrauen machte mich zu dieser Aufgabe wohl geeignet.

Heute nun muß ich gestehen: Ich habe gesehen, wie die Natur selbst die Entdeckung des Herrn Tillet Schritt für Schritt offenbarte und alle seine Annahmen bestätigte. Jetzt, zur Reife des Kornes, bietet sich alles offen den Augen dar . . .»

Die Ansteckungsfähigkeit des Brandes, so heißt es dann weiter, sei nun erwiesen. Diderot solle dies in seine Enzyklopädie aufnehmen, zumal auch die Tatsache, daß mit Brandstaub beschmutztes, ungenügend gefaultes Stroh ebenfalls die Krankheit verbreite. Auch Mittel habe Tillet gegen diese Getreidekrankheit gefunden und in Trianon erfolgreich angewendet.

„Dies ist ein Anblick, von dem ich nur wünschte, Sie hätten ihn mit eigenen Augen empfangen. Hier sieht man ein Beet, dessen Saatgut auserlesener Weizen war. Ich habe es gesehen, als er gesät wurde. Er war mit dem häßlichen Staub eingeschwärzt worden. Das hatte zur Folge, daß das ganze Beet angesteckten, steinbrandkranken Weizen trägt, dem man sich nicht nähern mag. Und unmittelbar neben diesem Beete sieht man ein anderes, mit dem schönsten Weizen der Welt, von einem Saatgut, das ebenso eingeschwärzt, aber hernach mit den Laugen des Herrn Tillet gebeizt worden war. Solche Gegensätze sieht man hier zwanzigmal. Wenn Sie bei alledem noch berücksichtigen, daß ich selbst ein Schriftstück in den Händen hatte, das zur Zeit der Aussaat geschrieben war und kühn all das voraussagte, was sich mit jedem der Beete begeben würde und nun tatsächlich begeben hat . . .

Sie kennen Herrn Tillet und werden leichter mit ihm zusammentreffen als ich. Daher bitte ich Sie, ihn im Namen der ganzen Welt zu ermahnen, die handlichsten und wohlfeilsten seiner Beizverfahren dem Publiko alsbald mitzuteilen. . . .

Versailles, 8. August 1756
Le Roy.»

Wissen wir auch nur wenig über das äußere Leben Tillet's, so bieten uns seine Schriften doch als Ersatz manchen Einblick in Geist und Charakter dieses Mannes.

In Form und Sprache seiner Werke lebt unverkennbar das Wesen des Jahrhunderts der Aufklärung. Tillet gibt sich unendliche Mühe, durch ein logisch durchdachtes, planmäßig aufgebautes und ganz bewußt suggestiv mit einfachen

Voraussetzungen und Begriffen arbeitendes Werk seine Leser zu unterrichten und zu überzeugen. Nach seinem Grundsatz, daß „ . . . l'histoire des erreurs a outre cela des avantages, elle nous garantit de mille idées fausses, et sert l'introduction à la vérité" läßt er uns systematisch alle Irrwege seines Forschens mitgehen bis zum endlichen Erkennen der Sackgasse. Er läßt uns dann das Werden seiner Entdeckung miterleben, erst langsam, Schritt für Schritt, an entscheidender Stelle aber in prägnanter Kürze. Diese Belehrungen werden uns in einer flüssigen, vorzüglich formulierten Sprache übermittelt, wie sie eben ein Mensch schreibt mit einer ursprünglichen Begabung zum Worte, begeisterten Herzens und hoher Bildung. Die drei Sprachen der Antike, die Sprache Homer's, der Psalmen und Vergil's, scheinen ihm geläufig gewesen zu sein. Wiederholt zitiert er griechische, hebräische und lateinische Stellen aus den Originalen. War auch die Autorität der Antike längst gebrochen, so empfand es Tillet doch noch, und mit vollem Recht, auf seinem, dem phytopathologischen Gebiete als notwendig, sich mit dieser alten Macht auseinanderzusetzen.

Seine Belesenheit umfaßte neben der Antike, lateinischer Literatur des XVII. und XVIII. Jahrhunderts und der Literatur des eigenen Landes auch einige zeitgenössische deutsche und englische Schriften. Nie wurde ihm Wissen ein Anlaß zu Spekulationen. Der Geist der neuen Zeit, der jungen Experimental-Epoche der Wissenschaft, ist in ihm und seinen Werken das wirkend Lebendige. Das eben macht ein Studium seiner Schriften zu einem Erlebnis. Die Schilderung des Experimentellen, die Fragestellungen, Vorbereitungen, Ausführungen und Auswertungen haben hohen Wert. Sie waren für dieses Thema ohne Vorgang und noch ohne Kenntnis der Existenz parasitärer Organismen entstanden. Zudem war Tillet selber, wie er uns glaubhaft versichert, der Gegenstand seiner Untersuchungen absolut neu. Keiner der anderen Experimentatoren des XVIII. Jahrhunderts auf diesem Gebiete, weder Tessier, noch Graf Ginanni, noch Stürler, noch Arthur Young oder der Freiherr von Gleichen-Rußworm reichen an diesen begnadeten Experimentator Mathieu Tillet heran.

Kennzeichnend sind ein äußerst gewissenhaftes Arbeiten und eine sehr vorsichtige Auswertung. Sie sind es gewesen, die zu so erstaunlich reicher Ausbeute an richtigen Resultaten führten. Prinzip und Notwendigkeit von Kontrollversuchen und Wiederholungen waren ihm sehr wohl vertraut. Es ist gleichsam sein Glaubensbekenntnis zum Experiment, wenn er schreibt: . . . „je reconnus mieux que jamais combien des épreuves, auxquelles on a présidé et qu'on a suivies scrupuleusement, détruisent de fausses idées, fournissent de lumière, donnent de nouvelles vûes, et apprennent à ne rien hazarder dans le jugement que l'on porte sur les opérations secrettes de la nature".

Nur dem, was er „mit eigenen Augen sah und wiederholt sah", maß er Bedeutung zu. Seine selbstkritische Einstellung dokumentieren die Eingangsworte zu seinem ersten Werk: „l'amour du vrai me rendit un censeur difficile de mon propre sistème". Die Liebe zur Wahrheit machte ihn zum strengen Richter seiner eigenen Lehre. Die überraschende Fülle experimenteller Fragestellungen in Tillet's Werken verdanken wir dieser steten Kritik an der eigenen These.

Um so ungetrübter war dann seine Freude am endlich und endgültig Erreichten. Er habe sich gar nicht satt sehen können an der wunderbaren Wirkung dieses schwarzen Staubes, so schreibt er einmal, an dieser eindeutigen Offenbarung des vor kurzem noch so dunklen Geheimnisses.

Wie diese überquellende Freude an einem experimentellen Befragen der Natur ihn sogar einmal zu einem gefährlichen Nachbarn werden ließ, zum Experimentator am unerlaubten Objekt, das hat er selber launig erzählt. Im Rahmen der Versuche soll darüber berichtet werden.

Es lag nahe, daß Tillet als Agronom auch die praktische Seite seiner Forschungen niemals aus den Augen ließ. Dies wird besonders deutlich bei seinen Beizmittel-Prüfungen. Auf die Wohlfeilheit seiner Rezepte legte er stets den größten Wert. Die ökonomische Seite seiner Arbeit war bereits durch die Aufgabenformulierung der Akademie bedingt, die den Preis von einer Förderung des Gemeinwohles und Erweiterung der Naturlehre abhängig machte, Forderungen, von denen Tillet bescheiden angibt, er habe sie nur zum Teil, mehr nach der praktischen, sozialen Seite hin erfüllt. In der Widmung an den König betont er den wirtschaftlichen Wert seiner Arbeit und den Wert der Landwirtschaft überhaupt: „ce premier fond de nos richesses et la plus précieuse de nos ressources" (Vgl. Glauber[172]).

Eine ganz persönliche Note ist seine betonte Einstellung zum Bauerntum, zu jenen, die „ihr Brot mit uns teilen, deren Arbeit unser Wohlstand ist." Seine Entdeckung, so sagt er in stolzem Selbstbewußtsein, verdiene neben dem erhaltenen Preise der Akademie auch den Beifall des Bauern. Diese Anerkennung seiner Mühen sei wohl weniger laut und öffentlich, dringe aber bis zum Grunde seines Herzens. Glücklich wolle er sich schätzen, wenn er ihn empfinge. Er habe für das Bauerntum, das dem Staate so unentbehrlich sei, gearbeitet. Möge der Landmann nun die Früchte seiner Arbeit sammeln, nach seinen Ratschlägen handeln. Das noch zu erleben, wäre ihm der höchste Lohn.

Wie weit das Schicksal ihm diesen Wunsch erfüllte, wird noch zu zeigen sein.

Kapitel IV.

Tillet's Auseinandersetzungen mit den Theorien über den Getreidebrand.

„Jeder neue Gedanke kommt als Bestätigung oder als Verneinung eines schon bestehenden Gedankens zur Welt, niemals aber aus dem geschichtlichen Nichts“[22]. Dies gilt auch für Tillet's Entdeckungen. Seit mehr als zwei Jahrtausenden hatten sich die Menschen bemüht, die Ursachen des Brandes im Brotkorn zu erkennen, beobachtend in vertrautem Umgange mit der Natur und philosophierend in einendem, um universalere Erkenntnis ringendem Streben. Viele dieser älteren Beobachtungen und Gedankengänge sind nachweisbar von Einfluß bei der Entstehung und Gestaltung seiner Idee gewesen.

Der Experimentator Tillet berichtet uns ausführlich über die Vorstellungen, die vor ihm beanspruchten, Erscheinung und Ursache des Brandes deuten zu können. In seiner Auseinandersetzung mit ihnen wurden sie ihm wichtige Wegweiser zu neuer Erkenntnis. Unter ihnen haben auch rein spekulative Betrachtungen als schöpferisch fortwirkende Kräfte Anteil an Tillet's Entdeckung gehabt.

Jene Kapitel des preisgekrönten Werkes, in denen er sich mit den älteren Beobachtungen und gedanklichen Konstruktionen über die Getreidekrankheiten auseinandersetzt und mit tastenden Vorversuchen gleichzeitig die ersten Schritte in das Unentdeckte tut, stellen eine mühevolle Lektüre dar. ». . . Ces morceaux«, so sagt er, »ont une marche irrégulière et entrecoupée, ils ne forment point ce fil continu, cette chaîne d'idées, qui se succédant sans interruption, offrent un plan bien concerté».

Bescheiden wehrt er für seine zur Entdeckung führende Leistung jegliche Genialität und Inspiration ab, sondern charakterisiert sie als einen Mäanderpfad der Mühen und der Irrtümer.

Warum aber diese umständliche Wiedergabe des verschlungenen Weges? Tillet fühlt die Berechtigung dieser Frage und bleibt uns die Antwort nicht schuldig. Es galt, den Oekonomen seiner Zeit, der schwer unter dem stark verbreiteten Brande litt, so suggestiv wie irgend möglich zu überzeugen, daß tatsächlich eines der Rätsel um die Herkunft dieser Krankheit gelöst sei und damit der Weg zu erfolgreicher Bekämpfung offen stände; eine schwierige Aufgabe angesichts der Vielfalt festeingewurzelter Vorstellungen. Er konnte diese nicht einfach überspringen. Ueberdies hielt er sie mit Recht für äußerst instruk-

tiv und machte sie, ganz im Sinne der Aufklärung, geschickt seinen Zwecken dienstbar.

Das wahre Mittel, so sagt er, denkende Menschen abzuhalten, falschen Doktrinen anheim zu fallen, bestehe nicht so sehr darin, sie auf methodische Art durch einfache Vernunftsschlüsse die Irrlehre als solche erkennen zu lassen, sondern mehr noch, ihnen darzustellen, wie sehr man selber zu den Verführten gehört habe, dann aber schließlich voller Enttäuschung diese An-

Abb. 2. Darstellung des Weizensteinbrandes aus dem XVIII. Jahrhundert.
Kupferstich aus dem Werke Tessier's. (1783).
Fig. 1-3: junge und ältere, halb- und ganzbrandige Ähren. Fig. 4: gesunde Ähre.

schauung verlassen mußte, da sie der Wahrheit widerstrebte. Man nehme damit auch die gewisse Erniedrigung, die in jedem Sich-Irren läge, auf sich allein, unterrichte die anderen, ohne ihre Eigenliebe zu verletzen und lasse sie noch dazu in der angenehmen Vorstellung, gleich von Anfang an alles Falsche selber eingesehen zu haben.

Indem diese Darstellung nunmehr den Absichten und der Disposition Tillet's folgt, soll sie noch eine weitere Aufgabe erfüllen, dem Gesamtbilde Leben zu geben, das heißt, Tillet's Tat organisch einzuordnen in die Geschichte der Naturwissenschaften.

Die Antike und ihre Tradition bis Jean Bauhin.

Tillet greift in seinem geschichtlichen Rückblick bis weit in die vorchristliche Antike zurück. Des Aristoteles großer Schüler Theophrastos aus Eresos (372-286) gilt ihm als Zeuge für die Anschauungen über Getreidekrankheiten im alten Hellas.

Theophrast[152] führte die mit dem Worte »ἐρυσίβη« (Erysibe) bezeichnete Getreidekrankheit auf eine Fäulnis zurück. Sie entstehe nach intensiver Regen- oder Tau-Benetzung des Getreides, wenn unmittelbar darauf die Sonne scheine. Getreide sei in windexponierter Lage vor der Erysibe besser geschützt als in Tälern, da die gefährliche Feuchtigkeit rechtzeitig von den Pflanzen, besonders von den Aehren, abdunsten könne. Von hängenden Aehren tropfe das Niederschlagswasser leichter ab als von aufrechten. Daher seien Getreidesorten mit hängenden Aehren geschützter gegen die Erysibe als die mit aufrechten Aehren. Auch sei grannenloses Getreide gefährdeter als begranntes. Die Wärme des Vollmondes fördere diese Fäulnis.

Die Belegstellen, die uns Tillet aus Theophrast bringt, entstammen der lateinischen Ausgabe des Humanisten Gaza († um 1475). Obwohl er einzelne Worte griechisch zitiert, scheint er doch ausschließlich eine lateinische Ausgabe benutzt zu haben.

Aus dem von ihm herangezogenen sprachlichen Vergleich der beiden verschiedentlich im Alten Testament, so im Pentateuch und im Buch der Könige, vorkommenden und oft als Brand und Rost gedeuteten Worte „Schiddafon“ und „Jerakon“ mit den griechischen Vokabeln aus Theophrast und Septuaginta und mit den Worten der römischen Literatur: aerugo, urigo, uredo, robigo, rubigo und ustilago sowie mit der Formulierung der Vulgata (= aere corrupto) ist ersichtlich, daß sich Tillet der großen Schwierigkeiten in der Deutung jener alten Worte bewußt war. Es ist in der Tat ungewiß, ob der Ausdruck »Erysibe« bei Theophrast allein Rost bedeutet, obwohl die Angaben auf den Rost gut zutreffen. Beim Lesen des Originals gewinnt man den Eindruck, daß er neben Rost vielleicht doch auch Brand und obendrein Mehltau (im heutigen Sinne) mit dieser Vokabel bezeichnet: —

»ἐρυσίβη δὲ σῆψίς τίς ἐστι τοῦ ἐφισταμένου ὑγροῦ.« (Rubigo autem putedro quaedam permanentis humoris est. De Causis: Lib. IV. Cap. 4.)

»ἐὰν δὲ ψεκάδες ἢ καὶ δρόσοι πλείους γένωνται καὶ ὁ ἥλιος ἐπιλάβῃ καὶ ἄπνοια τότε σήπεται.« (Sed si minutae pluviae vel rores plures incesserint, solque insecutus fuerit aura silente, putredo existit. Lib. IV. Cap. 4.)

»Τὸ δὲ τῆς ἐρυσίβης κοινὸν οὐχ ἧττον ἀλλὰ μᾶλλον ἅπτεται τῶν σιτωδῶν κριθῆς δὲ μᾶλλον ἢ πυροῦ διὰ δὲ τὸ γυμνοτέραν εἶναι τὸν δ'ἐν χιτῶσι πλείοσι.« (Rubiginis vitium quamvis commune omnibus, magis tamen fruges infestat, et hordeum magis quam triticum, quoniam illud nudum est, hoc vero tunicis integitur pluribus ... XIV 4,1.)

»ἐπεὶ ἐν τοῖς κοίλοις καὶ ἀπνόοις γίνεται . . τὰ μὴ ἐρυσιβούμενα.« (Locis enim cavis nec perviis vento segetes rubigine infestantur. De causis III, 22.)

». . . . . τοιαῦτα δὲ τὰ ἐπικλινῆ τῷ στάχυι καὶ μὴ ὀρθά· διὰ τοῦτο δὲ καὶ τὸ ἐπικύπτειν συμφέρει τὸν στάχυν ὅπως ἀπορρέῃ καὶ μὴ ἐμμένῃ τὸ ὕδωρ καὶ ἡ δρόσος.« (. . . cui minus obnoxia est spica non surrecta, sed inclinata: quoniam curvatio facit ut aqua et ros defluant neque immorentur.)

»καὶ ὧν ὁ στάχυς ἀπήρτηται πολὺ τῶν φύλλων, ἐν γὰρ τοῖς φύλλοις ἐμμέναι μᾶλλον ἡ ὑγρότης.«(Iuvat etiam si spica multum eminet a foliis, quibus humor magis inhaerere solet.)

Diese theophrastischen Sätze, die mehr als zwei Jahrtausende die Vorstellungen der Wissenschaft von den Ursachen der Getreidekrankheiten bestimmt haben, gehen auf aristotelische Ideen zurück.

»αἱ δὲ ἐρυσίβαι ὑπὸ ὑγρότητος καὶ θέρμης ἀλλοτρίας« *(862 a 25)*. (Rubigo per humorem calidum alienumque consistere solet Probl. sect. 26; Pr. 19.[7])

Theophrast's Angaben wurden, allerdings nicht kritiklos, von P l i n i u s übernommen. Wir finden im 18. Buche der Historia mundi naturalis folgende Angaben:

«Caeleste frugum vinearumque (!) malum nullo minus noxium est rubigo. Frequentissima haec in roscido tractu, convallibusque ac perflatum non habentibus.» Hier sind also Rost (-Brand?) und eine Rebenkrankheit, die besonders in windgeschützten Lagen bei Taubildung gefährlich werden, gemeint. Die kritisierende Stelle lautet: «Plerique dixere rorem iniustum sole acri, frugibus rubiginis causam esse, et carbunculi vitibus. Quod ex parte falsum arbitror, omnemque uredinem frigore tantum constare sole inoxio.» Plinius mißt statt der Sonne dem kältebringenden Einfluß des Mondes große Bedeutung zu[124].

Aus der Literatur bis zum Ausgange des XVI. Jahrhunderts berichtet uns Tillet nichts. Soweit sich bisher übersehen läßt, ist das gedruckte Wissen über den Brand mindestens bis zum Beginn des XVII. Jahrhunderts nicht wesentlich über die Ansichten des Theophrast und Plinius hinausgewachsen; doch ist diese Zeitspanne hinsichtlich der geschichtlichen Entwicklung der Phytopathologie noch unerforscht. Überraschungen ähnlich der, die uns G l a u b e r mit seinem frühen Beizrezept bereitete, sind nicht unmöglich.

Der nächste Zeuge, den Tillet nach der Antike aufruft, ist der Botaniker Jean B a u h i n (1541—1613), von dem er angibt, er sei ein besonders vorzüglicher Kenner der Antike gewesen. Tillet zitiert längere Stücke aus der lateinischen Ausgabe von Bauhins „Historia plantarum universalis". Es ist bemerkenswert, daß bereits Bauhin die Aussagen des Theophrast und Plinius eindeutig auf eine typische Getreide b r a n d krankheit überträgt, indem er sagt:

«Ustilago ubi in spicam abit culmus apparere solita, si pluvia madens, incerti solis sentiat fervidiores radios; culmo foliove neutiquam degenerante, sed granis in fuscum fuliginosum pulvisculum commutatis.»

«Caeterum nascitur ustilago Aprili et Maio mensibus, cum coeli tempestas crebro inconstans alias nimbosa alias serena fervens fuerit: tunc enim spicae humore madidae a solis fervore corrumpuntur et quodam modo, uti aiunt, aduruntur (II. p. 418).»

Bauhin geht damit über die Antike, besonders in der Beschreibung der Brandkrankheit, hinaus. In der Erklärung der Ursachen stützt er sich jedoch völlig auf Theophrast.

Tillet führt die Theorien von Theophrast, Plinius und Bauhin hauptsächlich deshalb an, um zu zeigen, wieviel von diesem Geistesgut in die Theorien seiner Zeit übergegangen sei. Seine Kritik ist nur kurz. Man fände regelmäßig

Abb. 3. Branddarstellungen des XVII. Jahrhunderts.
Holzschnitte aus Bauhin's und Tabernaemontan's Kräuterbüchern.

schon völlig brandige Jungähren noch tief und hermetisch verschlossen in den Blattscheiden. Wie könne Regen oder Tau dort eingedrungen sein und Gärung, Fäulnis und Brand erzeugt haben? Ein in der Tat schwerwiegender Einwand! Weniger stichhaltig erscheint es, vom Standpunkte der alten Theorien aus betrachtet, wenn Tillet einwirft, warum denn Tau, Regen und Sonne nicht stets alle Aehren eines Stockes brandig machen und warum der Roggen nicht an Steinbrand erkranke trotz seiner in der Jugend so ausgeprägten Zartheit. Der Begriff der Disposition war an sich Tillet nicht fremd. Hier beachtet er ihn wenigstens teilweise nicht.

Die Theorien zu Tillet's Zeit.

1. Phytopathologische Systeme.

Folgen wir Tillet weiter in die Literatur der ersten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts. Ehe wir jedoch zu den einzelnen von ihm zitierten Autoren und ihren

Anschauungen übergehen, zeigt uns ein Überblicken des ganzen, für dieses Jahrhundert vorliegenden Quellenmaterials als sogleich auffallende Erscheinung das Auftreten spezieller phytopathologischer Literatur. Es sind dies vor allem eine Anzahl Schriften, die versuchen, aus den bis dahin bekannten krankhaften Veränderungen der Pflanze und den sich darum rankenden Vorstellungen von ihren Ursachen ein System der Pflanzenkrankheiten aufzustellen. Im Jahrhundert Linné's (1707—1778) waren von einem quellengeschichtlichen Studium derartiger Systeme besonders wertvolle Aufschlüsse über die Entwicklung der Phytopathologie in weiterem, über die der Brandvorstellungen in engerem Sinne zu erwarten. Die System-Versuche enttäuschen jedoch in dieser Hinsicht. Immerhin vermitteln sie ein besseres Verständnis für die vielerlei Theorien des XVIII. Jahrhunderts über die Ursachen pflanzlicher Krankheiten, somit auch für die Anschauungen über den Getreidebrand zu Tillet's Zeit. Daneben stellen sie eine interessante Verbindung der jungen Phytopathologie zur damaligen Medizin her, deren Einfluß in jeder Zeile deutlich wird.

Seit Harvey den großen Blutkreislauf entdeckt hatte (1628), nahm man vielfach auch für die Pflanzen einen Kreislauf der Säfte an. Dodart (1634—1707) und besonders der klassische Experimentator der Pflanzenphysiologie Stephan Hales (1677—1761) wandten sich zwar gegen diese Auffassung[64], Mariotte († 1684) jedoch, Zallinger (1773) u. a. vertraten sie[177]. Störungen dieses Säfteumlaufes wurden im XVII. Jahrhundert in enger Anlehnung an die Tradition der alten Humoralpathologie in der zeitgenössischen Medizin (Sydenham, Franz de la Boe-Sylvius) als Ursache krankhafter Veränderungen der Pflanze angesehen.

Schon bei Tournefort (1656—1708), Professor der Botanik am Jardin du Roi und Mitglied der Akademie, dessen Schriften Tillet gut kannte, spielt „le suc", der Pflanzensaft, sein Mangel oder Überfluß, sein völliges Fehlen, seine Beschaffenheit und seine Verteilung die entscheidende Rolle bei der Entstehung von Krankheiten[167]. Nach Tournefort führt die Säftestauung zu „carie" (eine Vokabel, die Tillet für den Steinbrand wählte) und Absterben des Gewebes. In diesem System, das den Gedankengängen der zeitgenössischen Iatrophysik folgt, bilden neben einigen äußeren Faktoren die verschiedenen Saftzustände in der Pflanze das Gerüst. Es ist vielleicht das erste phytopathologische System überhaupt (1705).

Auf Tournefort folgte der Basler Johann Jakob Zwinger[179] mit seiner 1708 erschienenen „Dissertatio medica inauguralis de valetudine plantarum secunda et adversa". Sein System ist ausführlicher, aber wenig glücklich. Auch bei Zwinger ist der Zustand des Pflanzensaftes, von dem er sagt: „succus nutritius circulatur in plantis", der entscheidende Faktor. Davon zeugt

der für unsere Darstellung interessante Satz: «Nil aliud quam motus fluidarum in Plantis partium perfecta extinctio et cessatio cum subsequente radicum, stipitum vel caulium ac foliorum tabe atque nigritie, proveniens vel a corrupto, stagnante ac putrescente succo alimentario in fibris lignosis vasculisque chyliferis.»

Von einem „Defectum succi fermentabilis" als Krankheitsursache spricht Eysfarth in seiner 1723 zu Leipzig erschienenen „Dissertatio de morbis plantarum"[141]. Er ist in seinem sehr oberflächlich nach dem Sitze der Krankheiten aufgebauten System ebenfalls ein Anhänger der„circulatio succi nutritii in plantis". Er folgt im Gegensatz zu Tournefort mehr den Gedankengängen der zeitgenössischen Iatrochemie.

Das XVIII. Jahrhundert brachte noch eine ganze Reihe interessanter pflanzenpathologischer Systeme hervor, so das Adanson's[4] in „Familles des plantes", 1763, Zallinger's[177]: „De morbis plantarum cognoscendis et curandis dissertatio ...", 1773, Fabricius'[42]: „Forsøg til en Afhandlung om Planternes Sygdomme", 1774, Batsch's[16]: „Versuch einer Anleitung zur Kenntnis und Geschichte der Pflanzen", Halle 1781, Plenck 's[123]: „Physiologia et Pathologia Plantarum", 1794. Sie können erst an späterer Stelle berücksichtigt werden, da sie schon Elemente enthalten, die zur Zeit der Tillet'schen Entdeckung noch unbekannt waren.

2. Die Theorien des XVIII. Jahrh. über Getreidebrand.

Die eigentlichen Brandtheorien seiner Zeit, mit denen sich Tillet auseinandersetzt, gehen von drei verschiedenen Annahmen aus. Die einen suchen die Ursachen des Brandes in Witterungseinflüssen, die zweiten in Einflüssen des Bodens und die dritten in tierischen Schädlingen. Zwischen diese drei Gruppen lassen sich solche Theorien einordnen, bei denen jene äußeren Einflüsse in der Bedeutung ganz zurücktreten gegenüber den von ihnen induzierten Krankheitsvorgängen im Inneren der Pflanze selbst.

Eine sehr isolierte, von Tillet nicht beachtete Gruppe, nämlich die stark mit Aberglauben durchsetzten astrologischen Deutungen des Brandes sollen hier unbehandelt bleiben, obwohl sie unzweifelhaft Richtiges enthalten. Experimentelle Anregungen gingen jedenfalls damals nicht von ihnen aus. Tillet erwähnt lediglich einmal ironisch, es gäbe Leute, die den Brand mit den Meteoren in Verbindung brächten. Auch die übrigen Theorien des XVIII. Jahrhunderts über den Brand, die Tillet unbekannt blieben, können hier nicht berücksichtigt werden.

a) Theorien über atmosphärische Einflüsse.

Zu den ältesten gehören jene Theorien, die dem Klima, Winden, Nebeln, Regen, Sonne und Mond die Schuld am Auftreten der Getreidekrankheiten gaben. Ihr enger Zusammenhang mit den Traditionen der Antike ist überall leicht nachzuweisen. Experimentellen Fragestellungen sind sie damals wenig zugänglich gewesen. Man sah diese Einflüsse und den Brand in ihrem Gefolge vielfach als unabwendbare Schicksalsschläge an, als Fügungen aus Gottes Hand und betrachtete daher das Beizen als völlig zwecklos oder höchstens als eine samendüngende Maßnahme.

Diese Theorien nehmen als in sich abgeschlossene und in sich vollkommene Naturanschauungen voll bewundernswürdiger Folgerichtigkeit nicht nur an ehrwürdigem Alter, sondern auch an geschichtlicher Bedeutung, die sich sichtbar bis weit in das XIX. Jahrhundert erstreckt, die erste Stelle ein. Viele ihrer Beobachtungen und so mancher Gedanke über den Zusammenhang aller Dinge und Erscheinungen haben Richtiges enthalten, wie unsere Zeit zu erkennen beginnt. Weitere werden sich noch als richtig erweisen. Es darf nicht übersehen werden, daß jene Anschauungen ein Konglomerat von Beobachtungen über Steinbrand und Flugbrand enthalten, daß vielfältige Erfahrungen über ganz heterogene Krankheiten wie Mutterkorn, Mehltau und epidemisch auftretenden Rost in ihren Beziehungen zu Klima und Boden, zu Lebensraum und Lebensgemeinschaft, in ihnen zusammenströmten. Diese alte, in sich selbst berechtigte Naturbetrachtung mit ihren Vorstellungen von nichtinfektiösen, nichtparasitären Ursachen pflanzlicher Krankheit ahnte größere und tiefere Zusammenhänge als die mit Tillet einsetzende, experimentell analysierende und eine Unsumme wertvoller Einzelerkenntnise sammelnde, sich allein auf die Parasitologie spezialisierende Epoche der Pflanzenpathologie. Die Entwicklung der jüngsten Zeit deutet darauf hin, daß diese alte Naturanschauung, deren Brandtheorien Tillet Idee und Experiment entgegensetzte, als Erkenntnisquelle, wenn auch lange verschüttet, erhalten blieb, und uns nach Aufnahme der parasitologischen Ergebnisse zu neuen und universaleren Erkenntnissen der Natur zu führen vermag. Arbeiten der Zeit, wie die Merkenschlagers über die Kleemüdigkeit oder Martini's „Wege der Seuchen" führen in diese Richtung.

Dem Einfluß warmer, feuchter Winde im Juni und Juli schreibt der von Tillet kurz erwähnte Professor der Botanik am Jardin du Roi und Leibarzt Ludwigs XVI. Lemonnier anläßlich eines Berichtes in den «Mémoires de l'Académie Royale des Sciences» vom Jahre 1740 das Auftreten von Brand und Mutterkorn im Weizen zu.

Weit interessanter als diese fragmentarische Angabe ist die Theorie, die der Arzt und Luzerner Senator Karl Nicolaus Lange (Langius, 1670—1741) in seinem Werke »Descriptio morborum ex esu clavorum secalinorum cum pane«, Luzern 1718, aufstellte[82]. Außer Tillet zitieren ihn noch zahlreiche andere Autoren des XVIII. Jahrhunderts. Sein Werk war offensichtlich weit bekannt und von großem Einfluß nicht allein auf die phytopathologische Literatur, die mit ihm seine Vorstellungen über das Mutterkorn auch auf Brand

Abb. 4. Mutterkorn an Roggen. Kupferstich aus dem Werke Tessier's. (1783).

übertrug, sondern auch auf die Medizin, soweit sie sich mit Ergotismus beschäftigte. Die wichtigsten der so bedeutsamen Sätze seien hier wiedergegeben; denn auch Tillet hat sich mit ihnen auseinandergesetzt. Langius sagt über die Ursachen des Mutterkorns:

«Excedenti vero aeris humiditati adscribendus est nimius clavorum proventus, cui ros nebula, pluvia socias adjungunt manus. Aer enim humidus, ratione subtilium et levium suarum particularum, fortiter penetrat, nitro, sulphure volatili, aliisque subtilibus particulis impraegnatus. Hinc spicam ambit, vaginam emollit, extendit, premit involucrum farinaceum, ad putredinem disponit, cum pericarpio se uniens in fermentationis motum

rapitur, sicque augmentum grani promovet. Venenositas porro iisdem accedit a rubigine, ut pote quae eo potissimum tempore descendere observatur, quo grana frumenti in clavos excrescere incipiunt; sub forma etiam materiae cuiusdam viscidae dulcis eis adhaerere inventa fuit, ac tandem iisdem gaudet facultatibus, quibus clavos nocere diximus, visciditate puta et acrimonia . . . Rubigo ex aqueis, insalubribus tamen ac venenatis constat particulis quae de die ex terra et aquis impuris sublatae, vel per ventos adductae, noctuque condensatae mane delabuntur . . . . Gaudet haec rubigo viscciditate dulci cum corrosiva tamen acrimonia conjuncta . . . .»

Also eine mit feinsten salpetrigen, schwefligen und anderen Teilchen angereicherte, überfeuchte Atmosphäre durchdringe die Schale der jungen Körner und veranlasse im Innern Fäulnis und Gärungen. Langius schildert dann, wie er sich die Entstehung des Sklerotiums von *Claviceps* vorstellt. Der »luxurians succus nutritius« fehlt auch hier nicht. Er bezeichnet den bei *Claviceps* auftretenden, stinkenden Honigtau mit »rubigo« und identifiziert ihn mit dem Niederschlag einer überfeuchten, verdorbenen Atmosphäre. Diese Materie bestehe gleichsam aus Miasmen, stinkenden Nebeln, die am Tage aus dem Erdboden und aus unreinen Gewässern ähnlich den reinen Nebeln sich erhöben, vom Winde herangetragen und durch die nächtliche Kälte niedergeschlagen würden. Auch der natürliche Nebel könne verdorben, scharf und durchdringend werden. Langius beschuldigt »nitrum aeris volatile«, arsenikalische Salze aus Sümpfen und Tümpeln mit Faulschlamm und in der Luft enthaltene Samen (!) kleinster Insekten des Brandigmachens. »Nec impossibile est», so fährt Langius fort, »ex vegetabilibus ipsis particulas quasdam acres corrosivas exhalare, quae plantis eandem noxam a rubigine inferre possunt.« (!) Mit am wichtigsten ist die Angabe, die gleichen Ursachen erzeugten auch den Brand: ». . . spicas frumentorum corrumpit et in pulverem nigricantem transmutat.«

Das von Tillet häufig zitierte Journal de Verdun[74] vom Oktober 1739 enthält die Angabe, gefährliche Nebel fielen während der Blüte auf das Getreide und erzeugten Brand. Jegliche Beizung sei daher zwecklos. Brandbeschmutztes Saatgut sei an dieser Krankheit nicht schuld. In ähnlicher Weise wurde zu Tillet's Zeit auch der Rost trockenen Nebeln mit darauffolgendem Sonnenschein zugeschrieben. Fagon (1638—1718), einer der Leibärzte Ludwig's XIV., stellte, speziell für Mutterkorn, ebenfalls eine Nebeltheorie auf (1710), die der des Langius sehr ähnelt. Er gibt an, der Weizen sei schutzloser als der langbegrannte Roggen (vgl. Theophrast!). Eine Variante der Nebeltheorie schuf ein von Tillet nicht namentlich genannter »médecin très instruit« (Varnier, 1741 im Journal de Verdun*). Die Ursache des Brandes sei ein durch die Sonne zur Wirkung kommendes ätherisch-flüchtiges

*) H. Gerlach (unter Hilscher-Jena) stellte schon 1736 i. s. „De Natura et Origine Roris mellei . . ." eine gleiche Theorie auf.

und gleichzeitig visköses Öl, »Enmiélure« (Honigtau) genannt. Es dringe während der Milchreife in die Körner und verderbe sie (»les grains . . se corrompent . . et se gangrènent«). Das Beizen sei zwecklos, es wirke höchstens keimfördernd[74]. Interessant ist dieser Aufsatz noch durch seinen von Tillet nicht erwähnten Hinweis auf Glauber.

Tillet lehnt sämtliche Nebeltheorien schroff ab mit denselben Einwänden, die er schon gegen die antiken Theorien erhob. Auch sie entsprächen keineswegs den vorliegenden Beobachtungen, nach denen Brand ebenso auf hohen und trockenen wie auf niedrigen und feuchten Feldern aufträte. Daß Nebel während der Blüte eindrängen und den Brand erzeugten, sei gewiß falsch, da brandige Ähren überhaupt nicht blühten, auch »les étamines, ne s'étant point élévées au dessus du grain, elles n'ont pu faire entrouvrir les balles et donner accès aux brouillards«.

Von einer üblen Beschaffenheit der Luft leitete der Arzt Aucante das Auftreten des Brandes ab. Dieser, königl. Rat und Maire der Stadt Neuville, ist für die Geschichte der Beizung sehr wichtig. Er veröffentlichte nämlich 1754 eine in ganz Europa Aufsehen erregende Schrift gegen das Beizen des Getreides mit Arsen (Trockenbeize!) und Quecksilbersublimat (Naßbeize), die überdies einen Beitrag zu unserer Kenntnis von den Gewerbekrankheiten liefert[9]. Er hatte nämlich seit mehr als einem Jahrzehnt (!) als Arzt schwere Vergiftungserscheinungen bei Landarbeitern, die mit derartig gebeiztem Saatgut umgingen, beobachtet. Aucantes Schrift erschien auch in deutscher Übersetzung in den „Nützlichen Sammlungen", Hannover 1755[111], den ehemaligen Hannov. Gelehrten Anzeigen. Diese Übersetzung veranlaßte hier eine „nützliche Anmerkung über das communicierte Schreiben des Herrn Aucante . . ." Darin lehnt I. H. Ritter dessen Brandtheorie ab und schreibt unter richtiger Schilderung des Bebrandens durch Drusch und der Rolle der Weizenhaare beim Festhalten des Brandstaubes: „Ich halte den Brand für eine ansteckende Krankheit." Dieser glückliche Gedanke, der zeigt, wie sehr Tillet's Entdeckung schon „in der Luft" lag, wird allerdings durch unsinnige Aussagen gleich wieder erdrückt. Das Beizrezept des Einsenders fußt auf Pottasche, Kochsalz, Salpeter, Lederkalk und Mondstellung.

Bonnet (1720—1793), der im 18. Jahrhundert so berühmt gewordene Zoologe, Botaniker und Philosoph, ein Praeformationist, der die Parthenogenese der Blattläuse entdeckte und mit noch heute geläufigen Gründen die Existenz einer Urzeugung bestritt, basierte in seinen Anschauungen über die Brandentstehung ganz auf den antiken Vorstellungen. Zunächst wies er experimentell nach, daß die Theorie des Engländers Tull, nach der extreme Bodennässe Brand verursache, falsch sei. Nach Bonnet[25] ist es kalter Tau

in tief gelegenen Tälern, wirksam gemacht durch die ersten Strahlen der aufgehenden Sonne, der Brand in den Ähren erzeugt. Begrannter Weizen sei, da die Grannen den Tau abhielten, geschützter gegen Brand als der grannenlose. Er betrachtet seine Angaben jedoch keineswegs als entscheidend. Immerhin lehnt er die Beizung ab und empfiehlt das viel geübte und bei Rostgefahr ja auch zweckmäßige „Schröpfen" der Saat mit Hilfe eines Seiles zum Abschütteln der Tautropfen. (Vgl. Camerarius-Planer: »Rorem spicis illapsum esse dejiciendum chorda tensa segeti superinducta«[120].) Bonnet machte, was auch Tillet erwähnt, seine Beobachtungen anläßlich von Versuchen, Getreide in reinem Moos aufzuziehen. Bonnet plante auch Versuche in Papier, Wolle, Baumwolle, Sägemehl, Lohe, Sand und in verschiedenen Erdarten. Tillet benutzte später diese Methode für sehr aufschlußreiche Versuche. Nach Bonnet's Angaben stammt sie aus Berlin, wo sie der Akademiker de Formey erfunden und bei dem preußischen Könige damit großes Interesse erweckt habe. Die Methode ist jedoch weit älter. Johann Rudolph Glauber berichtet in seinem Werke: „De Medicina universali seu Auro potabili vero" Amsterdam 1657, in „Teutschland's Wolfahrt" 1659 und in „Furni novi philosophici", von Sand- und Sägemehlkulturen in Vegetationshäfen. (Siehe Wehnelt[172]).

Tillet lehnt diese Bonnet'sche Theorie, die einer anderen, des Akademikers und Leibarztes bei Ludwig XIV, Denis Dodart's (1634—1707), stark ähnelt, ab. Allein schon die Beobachtungen über begrannten und grannenlosen Weizen seien irrig. Später widerlegte Tillet Bonnet's Angaben noch durch zahlreiche Versuche. Im übrigen erhebt er seine bereits gegen die Nebeltheorien vorgebrachten Einwände auch hier.

Auch Duhamel du Monceau, der sich nach Erscheinen der Tilletschen Preisschrift zur Infektiositätslehre bekannte, war zuvor der Ansicht, man müsse Brand befürchten, wenn bei der Bildung der Ähren viele kalte Regen fielen; die eigentliche Ursache kenne man noch nicht[38]. Seine Aussagen sind sehr zurückhaltend. Sein Werk beruht ursprünglich auf einer durch ihn und Buffon vorgenommenen Übersetzung des berühmten, etwas weitschweifigen Jethro Tull. Wichtig ist, daß er entschieden gegen die Nebeltheorien, auch gegen Tull's Ansicht von der Erdnässe als Brandursache Stellung nimmt und in der Unterscheidung und Benennung der Brandarten wertvolle Vorarbeit leistet. Er hält allerdings Steinbrand noch für eine Art Vorstufe des Flugbrandes, eine sehr verbreitete Anschauung, die erst durch Tillet's Infektionsversuche widerlegt wurde, sich aber noch fast ein Jahrhundert lang zäh am Leben hielt. Nach Duhamel's ursprünglicher Ansicht liefert bebrandetes Saatgut gesunde Ähren. Die Brandbutten selber keimten nicht. Man könne sie also ohne Sorge mitaussäen. In Übereinstimmung mit Tull hielt er es rein spekulativ für möglich, daß Brand ansteckend sei.

b) Theorien über Einflüsse des Bodens.

Von jenen Ansichten, die dem Erdboden die Schuld am Brande zuschoben, nennt Tillet die Theorie des schon erwähnten englischen Agronomen Jethro Tull, der Brand auf sich stauende Nässe im Acker zurückführte.

Tull's berühmt gewordenes «Horsehoeing Husbandry ...» erschien 1733 in London. Er berichtet darin zunächst einmal das oft erzählte Geschichtchen, wie im Jahre 1650 ein Schiff mit Weizen bei Bristol gestrandet sei. Das geborgene Ladegut war durch das Meerwasser für die Mühle unbrauchbar geworden. So wurde es als Saatgut benutzt und gab zu allgemeiner Überraschung die weitaus beste und völlig brandfreie Ernte ringsum inmitten brandiger Felder. Von dieser Zeit an sei in England das Beizen mit Salzlake aufgekommen. Jedoch ist wahrscheinlich die Salzbeize auch in England weit älterer Herkunft (vgl. Woolman a. Humphry). Schon Tull selber bemerkt, daß dieser Zufallsversuch keine rechte Beweiskraft hätte.

Wichtiger ist ein eigenes Experiment, dessen Ausgang Anlaß zu Tull's Theorie wurde. Duhamel und Tillet schildern uns diesen primitiven Versuch:

Tull zog aus dem Felde mehrere gut entwickelte Weizenpflanzen, setzte sie in Töpfe und hielt die Erde extrem feucht. Die Pflanzen wuchsen im Zimmer auf, so daß weder Tau noch Regen herankommen konnten. Die sich entwickelnden Ähren seien alle brandig gewesen, während man auf dem Felde nur wenig Brand hätte finden können. Tull empfahl daraufhin den Furchenbau, damit die Wurzeln frei von sich stauender Nässe blieben, ferner die Beizung mit Salzlake und Saatgutwechsel. Er meinte, vielleicht sei der Brand ansteckend. Brandfleckiges Saatgut habe anscheinend einen innerlichen Schaden, der sich aber bei sehr warmer und trockener Witterung zerteile und dadurch ohne nachteilige Folgen bleibe. Vielleicht wirke das Beizen in gleicher Richtung.

Tillet wiederholte den Versuch Tull's mehrere Male, teils selber, teils durch einen Mitarbeiter, und zeigte, daß es niemals gelingt, auf diese Weise aus gesundem, brandstaubfreiem Saatgut brandige Pflanzen zu erhalten.

Viel verbreiteter als Tull's Ansicht war die Theorie, Brand werde durch zu starke Düngung des Bodens mit hitzigen Mistsorten erzeugt. Man hielt z .B. dampfenden Schafmist für besonders gefährlich. Auch im Journal de Verdun von 1751 ist diese Ansicht verfochten worden. Aber bereits in den Mém. de l'Acad. desselben Jahres hatte man sich auf Grund von Versuchen dagegen gewandt. Tillet nahm diese Dung-Theorie sehr ernst. Besonders die ersten großen Versuche dienten ihrer experimentellen Nachprüfung, die zu völliger Ablehnung führte. Rein theoretisch wendet Tillet dagegen ein, daß Dung, wenn er verbrenne, die Keime schwer schädige oder abtöte. Brandige Weizenpflanzen aber trieben oft 8—10, ja bis zu 15 kräftige Schosse. Im übrigen sei die Wärme, die während der üblichen Kalkbeize, also der Tauchbeize in Kalk-Ablösch-

wasser oder der Benetzungsbeize mit anschließender Trocknung durch ungelöschten Kalk, auftrete, höher als die Wärme des gärenden Dunges und schädige trotzdem die Keimkraft nicht.

c) Theorien über konstitutionelle Ursachen des Brandes.

Andere Brandtheorien suchten die Krankheitsursachen weniger und nur mittelbar in äußeren Einflüssen als vielmehr in Vorgängen, die unmittelbar in der Blüte zum Brandigwerden führen sollten. Tillet selbst hat auf Grund seiner sorgsamen anatomischen Studien an Brandbutten und ihren verkümmerten Antheren auch noch während jener Zeit, in der ihn die „Insektentheorie" im Banne hielt, geglaubt, das Ausbleiben der natürlichen Selbstbefruchtung erzeuge Brand. Bernard de Jussieu hatte 1739 das Platzen der Pollenkörner in Wasser beobachtet und daraus geschlossen, daß der Blütenstaub auch im Narbensekret platzen würde. Der Inhalt dringe von der Narbe in das junge Korn, dort eine Gärung hervorrufend, die eine Fortentwicklung des Keimes veranlasse. Die bei ausbleibender Befruchtung auftretenden unordentlichen Gärungen würden zu Brand führen. Tillet machte sich bezeichnenderweise diese gleichsam moderne Entdeckung sofort zu eigen. Übrigens hatte schon der von Tillet als Verfechter der Lehre von der Sexualität der Pflanzen genannte Geoffroy le Jeune (1685—1752) im Jahre 1711 angegeben, die unbefruchteten Körner würden brandig[50]. Als Tillet jedoch, wie schon andere vor ihm, fand, daß die Brandkrankheit bereits lange vor der Blütezeit in den noch tief in der Blattscheide verborgenen Ährenanlagen auftritt, ließ er die Ansicht von der unvollkommenen Befruchtung als Brandursache fallen.

Der Hauptverfechter dieser Ansicht war der Abbé Pluche[126], Verfasser des in Europa weit verbreiteten Werkes: »Le spectacle de la nature ou entretiens sur les particularités de l'histoire naturelle«, Paris 1744—1746. Als der »Chevalier« auf dem belehrenden Spaziergange nach dem Zweck des Beizens fragt, berichtet der gelehrte Prior zunächst über die verschiedenen Beizmethoden von Roms Zeiten bis „heute". Der Chevalier weist auf Vergil's Verse hin: „Semina vidi equidem multos medicare serentes — et nitro prius aut nigra perfundere amurca" (Georg. I. v. 193). Der Prior empfiehlt gegenüber der Amurca, einem höchst interessanten Präparat der Antike aus vergorenen Oliventrestern, als übliche und gut bewährte Mittel Kupferacetat (Vert de gris) und Vitriol. Wie sich noch im gleichen Bande herausstellt, meint Pluche mit Vitriol höchstwahrscheinlich Kupfervitriol. Wir haben damit jedenfalls ein fast 2 Jahrzehnte vor Schultheß[139], dem gemeinhin das erste Kupferrezept zugeschrieben wird, niedergelegtes Zeugnis für eine frühe Verwendung des Kupfers als Beizmittel. Den Rost, den er „la Nielle" nennt, führt er auf eine

brennglasartige Einwirkung von Tautropfen im Sonnenschein zurück, in Fortentwicklung der alten Theophrast'schen Anschauung. Der Brand, von ihm „Bruine" genannt, entstehe durch die ausbleibende Befruchtung infolge rudimentärer Entwicklung der Staubgefäße, eine Ansicht, die er in seinem Briefe vom 24. X. 1736 an die Royal Society in London[125] ausspricht.

Eine voreilige und schlecht fundierte Monstrositätentheorie, die allerdings dem Interesse des Zeitalters an Mißbildungen und allem Abnormen entsprach, stellte im Jahre 1718 der Hallenser Philosophie-Professor Christian Wolff (1679—1754)[174] in seiner Publikation: „Entdeckung der wahren Ursache von der wunderbaren Vermehrung des Getreydes..." oder „Vera causa multiplicationis frumenti admirandae..." auf. Er war von seinem Lehrer, dem Philosophen Leibniz, zu Versuchen über die Bestockung des Getreides angeregt worden. Durch Bedecken junger Halmknoten mit Erde rief er Adventivwurzelbildung und Bildung von Seitentrieben hervor.

Seine Versuche richteten sich ursprünglich gegen die Praeformationslehre seiner Zeit, eine Theorie, die für ihre Extreme gut durch die Worte des Arztes Plenciz, der uns noch beschäftigen wird, gekennzeichnet ist: «Pariter sequitur, quod omnes homines, qui a creatione mundi ad haec usque tempora erant et qui in posterum erunt, in ovario Evae jam ruditer delineati extiterint.»[121] Ihre Anhänger, so der Abt Vallemont, hatten behauptet, man könne einen Teil der in einem Getreidekorn eingeschachtelt schlummernden Generationen durch geeignete Vorbehandlung des Kornes innerhalb einer einzigen Vegetationsperiode zur Ährenbildung bringen und so Stöcke mit 100 und mehr Ähren erzielen.

Bei Wolff's Versuchen mit Gerste trat Brand auf. Die Lupenuntersuchung führte ihn 1716 zu der Ansicht, daß das Brandkorn der Gerste eine „dreileibige Mißgeburt" sei. „Und weil flüssige Materien verderben, wenn sie still stehen, sah ich, daß der Saft, welcher sonst in allen Pflanzen cirkuliert, durch die mißgestaltete Form in seiner Bewegung gehindert wird und infolge Stockung verdirbt." Die Ursache dieser Mißgeburt sei unbekannt. Er entdeckte dabei auch, was allerdings schon Hieronymus Bock und Jean Bauhin wußten, daß bereits in den noch hermetisch verschlossenen Blattscheiden die jungen Ähren brandig sind. Sehr wichtig erscheint, daß Wolff erwähnt, zwei Hausväter des XVII. Jahrhunderts, Becher[18] und Florinus[46], gäben an, man müsse das Saatgut sorgsam waschen, da es sonst Unreines mit in den Boden bringe, das die Pflanze krank mache. Dieser so wichtige Hinweis kann Tillet nicht entgangen sein.

Er hat die Theorie Wolff's wichtiger genommen, als sie es verdient, wichtiger auch, als sie ihr Urheber selber nahm. Das von Tillet gelesene Journal

Oeconomique vom Jahre 1751 bespricht die Wolff'sche Schrift allerdings lobend[75] und in Deutschland selber war das Echo sehr stark, wie u. a. aus der „Sammlung von Natur und Medizin" Breslau 1718/19, einer sehr reichen Quelle[136] für historische Forschungen, deutlich ersichtlich ist.

Tillet meint zu den Angaben des Hallenser Gelehrten, dieser habe wohl den Flugbrand der Gerste vor sich gehabt und von ihm ohne speziellere

Abb. 5. Gerstenflugbrand. Kupferstich aus dem Werke Tessier's. 1783.

Beobachtungen auf den Steinbrand des Weizens und den Flugbrand des Hafers geschlossen. Jedenfalls regte diese Monstrositätentheorie Tillet zu einer sorgsamen Untersuchung und sehr guten Beschreibung des „bewundernswürdigen Baues", der Entwicklung und Entfaltung der gesunden Weizenblüte im Sinne der Sexualitätslehre an. Er stellte dabei fest, daß bei Weizen die jungen, werdenden Brandbutten so wohlgebildet seien, daß keinerlei Grund zur Annahme von Saftstauungen vorläge. Schließlich zeigten ihm die gleichen Untersuchungen an der Gerstenblüte, daß auch bei gesunden Ähren jeweils drei Körner vorhanden seien, von denen sich eines auf Kosten der beiden an-

deren ausbilde. Wolff hatte es also versäumt, vergleichende Untersuchungen anzustellen. So gelang es Tillet leicht, ihn ad absurdum zu führen.

Sehr kurz tut Tillet eine Theorie ab, die der mangelnden Reife und mangelnden Trockenheit des Saatgutes die Schuld am Brande zuschrieb. Es sei eine Ansicht, die eigentlich garnichts aussage. Wäre es so, dann könne man ja den Brand sehr leicht bekämpfen. Die Ansicht hielt sich jedoch mit großer Zähigkeit gerade in der landwirtschaftlichen Praxis und ist beispielsweise in Deutschland noch bis weit in das XIX. Jahrhundert hinein anzutreffen.

d) Die Hypothesen über eine parasitäre und infektiöse Natur des Brandes.

Von allen Anschauungen seiner Zeit, die geeignet waren, Tillet in die Irre zu führen, war die Insektentheorie des Steinbrandes als eine ausgesprochen parasitologische und zum Teil sogar eine Infektiosität des Brandstaubes bereits spekulativ bejahende und deshalb das Beizen befürwortende Theorie die weitaus gefährlichste. Tillet hat sich mit ihr keineswegs nur theoretisch auseinandergesetzt oder sie nach einigen entscheidenden Beobachtungen beiseite gelegt, sondern ist lange ihr Anhänger gewesen und hat sie anfangs noch allen seinen Forschungen und den wichtigen Experimenten über die Hitzebeständigkeit der infektiösen Kraft der Brandstaubteilchen zu Grunde gelegt. Seine Einstellung hat mannigfache Ursachen gehabt.

Obwohl sich schon Camerarius-Planer[120] in der Tillet bekannten Dissertation aus dem Jahre 1709 gegen die Insektentheorie des Brandes ausgesprochen hatten, lagen doch Beobachtungen bekannter Gelehrter vor, die zu zeigen schienen, daß man tierische Organismen für den Brand verantwortlich machen müsse.

Schon 1725 hatte Professor Bradley[27] in Cambridge, bekannt durch Kastrationsversuche an Tulpen, deren Ergebnisse die Lehre von der Sexualität der Pflanzen bestätigten, erklärt, das Getreide sei zu beizen, denn beim Dreschen würden aus den Brandbutten Insekteneier («pestiferous eggs») frei, die sich an den Bart des Weizenkornes hingen. So kämen sie mit dem Saatgut in den Boden und ließen dort die den Brand erzeugenden Tierchen ausschlüpfen. Diese drängen in die Weizenpflanze ein und würden dann später die Körner in den Ähren zerstören. Tillet lernte Bradley's so fundamental wichtige Mutmaßung über eine infektiöse Ursache des Brandes aus einem Werke des Engländers Needham[105] kennen, erwähnt jedoch Bradley's Namen nicht (Richard Bradley, † 1732.) Auch die Tillet persönlich gut bekannten und von ihm als Autoritäten angesehenen Duhamel du Monceau und Bonnet, dem wohl die zunehmende Erblindung ein mikroskopisches Untersuchen der Brand-

sporen verwehrt hatte, hielten es für durchaus möglich, daß Insekten den Brand verursachen könnten. Wie verbreitet diese Ansicht damals war, zeigt sehr gut die unglückliche Übersetzung des Tillet'schen Begriffs «carie», Steinbrand, durch das Wort „Wurmstich" in der deutschen Ausgabe der Preisschrift Tillet's. Rezensenten, die nicht mehr als den Titel lasen, gaben daraufhin an, Tillet habe den Brand auf den Stich eines Insekts zurückgeführt.

Eine Ursache für die Häufigkeit der Ansicht, Insekten könnten den Brand verursachen, lag im Einfluß der Zeit. Von einem bereits im XVII. Jahrhundert aufgeflammten großen Kampf um die Urzeugungslehre erfüllt, wandten sich die Menschen mit begeistertem Eifer der Welt der kleinsten Wesen zu, vor allem dem Reich der Insekten, die, als Erzeugnisse der Verwesung angesehen, einst auch als Machwerk des Teufels verschrien, jetzt vielfach zu Zeugen göttlicher Schöpfung erhoben und gegen die Lehre von der Urzeugung in's Feld geführt wurden[24]. Es war die Zeit, in der Werke über diese Welt entstanden, wie die Insektenbilder der Maria Sibylla Merian, Swammerdam's Bibel der Natur und die unübertroffenen Kupfer Rösel von Rosenhof's[133]. Man hatte Insekten als gallenbildende Lebewesen kennen gelernt. Lag es da nicht nahe, auch bei der Entstehung der Brandbutten und Mutterkörner an Insekten als Urheber zu denken?

Tillet selber fand bei seinen Beobachtungen brandkranken Weizens fast immer Insekten an den Brandähren, die ihn zu langwierigen, sorgsamen Untersuchungen und auch zu einigen Experimenten veranlaßten, um Aufschluß über die Zusammenhänge zwischen der kranken Pflanze und dem Insekt aufzudecken. Auch die engere Verbindung mit einem Entomologen wie Réaumur wird ihn in dieser Richtung stark beeinflußt haben.

Als Zeugen für die sogenannte Insektentheorie nennt Tillet den Engländer Needham (1713—81)[106]. Eine kurze Veröffentlichung dieses Mitgliedes der Royal Society in London erregte damals die wissenschaftliche Welt. Needham schrieb 1742 den 1744 in den weitverbreiteten und angesehenen „Philosophical Transactions" abgedruckten Brief an den Praesidenten der Londoner Akademie, in welchem es anläßlich der Untersuchung „brandiger" Getreidekörner heißt: »I perceived a soft white fibrous substance, a small Portion of which I placed upon my Object-plate. It seemed to consist wholly of longitudinal Fibres bundled together.« Bei Zusatz von Wasser zeigten sie Leben und zielbewußte Bewegungen. Es sei eine Art von Wassertierchen. Man müsse sie Älchen, Würmer oder Schlangen nennen. Er hatte, wie schon Roffredi 1766[130] und von Gleichen 1777[60] erkannten, Radekörner untersucht, also die Gallen des Älchens *Tylenchus*, die eine entfernte Ähnlichkeit mit Steinbrandbutten besitzen. Needham arbeitete von 1747 an in Paris mit Buffon zusammen an Beweisen für die Lehre der Urzeugung und damit an einer Bestätigung der

Lehre Buffon's von den unvergänglichen organischen Molekülen, durch deren Zusammentreten unter günstigen Verhältnissen im Milieu Lebewesen, z. B. Entoparasiten im Darm und die Samentierchen im Sperma entständen. In einer späteren Veröffentlichung berichtet er[105] nochmals über Brandbutten-Untersuchungen. Hier spielte ihm ein wunderliches Schicksal die zwar bezeugten, aber gewiß seltenen *Tilletia*-Brandbutten mit gleichzeitigem *Tylenchus*-Befall in die Hände. In dieser Arbeit gibt er an, ein sehr feiner, schwarzer Staub entstehe an Stelle des Mehlkörpers. Der Staub sei keineswegs uniform, sondern enthalte neben den Staubkügelchen auch lange Fasern, eine Behauptung, die Tillet zu immer wiederholten mikroskopischen Untersuchungen des Brandbutteninhaltes, zu der Feststellung der Uniformität und gleichen Größe seiner ausschließlich kugelförmigen Teilchen und zur Ablehnung der Needham'schen Behaup-

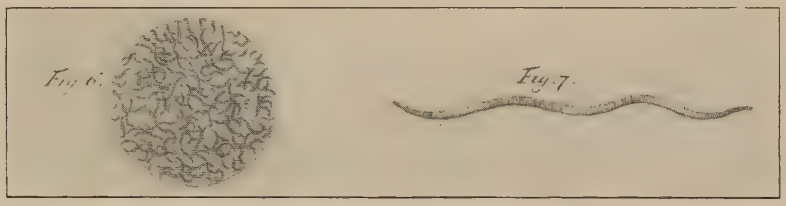


Abb. 6. Die Brandälchen Needham's.

tung führte. Später stellte Tillet fest, daß Steinbrand und Radekrankheit, also *Tilletia* und *Tylenchus*, gemeinsam eine Pflanze befallen können.

Nach Hinzufügen von Wasser schien es Needham, als ob die Fasern lebendig würden. Er nennt diese Organismen hier »anguilles«, auch »animalcules aquatiques« und berichtet, sie hätten, eingetrocknet und erst nach zwei Jahren angefeuchtet, unverändert Leben gezeigt.

Diese Beobachtungen Needham's weckten bei dem allgemeinen Interesse am Problem der generatio aequivoca ein vielfältiges Echo, schienen sie doch auch die Angabe des Plinius:[124] »gignuntur (vermiculi) et in grano, cum spicae pluviis calor infernescit« zu bestätigen. Von Gleichen-Rußworm[60], ein scharfer Gegner der Lehre von der Urzeugung und der Präexistenz, der deutsche Entdecker der infektiösen Natur der Brandsporen, berichtet, daß in Deutschland die Needham'schen Beobachtungen besonders von Ledermüller[83] (1719—1769) in dessen „Mikroskopischer Gemüths- und Augenergötzung", 1763, aufgegriffen wurden. Dieser beobachtete Älchen im Mehlkleister, hielt sie für die gleichen wie im Essig und glaubte, sie kämen von brandigen Körnern her in den Sauerteig und so in den Essig. Ledermüller hielt jedoch seine Ansicht keineswegs für infallibel. Es war ihm hauptsächlich darum zu tun, Buffon und Needham zu widerlegen. Das Werk Ledermüllers wiederum hat nach von

Gleichen den Anlaß gegeben zu der Theorie Münchhausens[104], die dann Linné[87] übernahm.

Münchhausen (1716—1774) ist ebenso, wie schon früher Bradley, Schöpfer einer auf spekulativem Wege gewonnenen Infektionstheorie des Brandes gewesen. Seiner Anschauung lag ein experimenteller Anlaß zu Grunde. Es war damals Mode geworden, alle möglichen Infusionen herzustellen und die sich in ihnen entwickelnde Kleinlebewelt zu beobachten. So schwemmte Münchhausen Brandsporen in Wasser auf, stellte sie an einen warmen Ort und berichtet: genaue Lupenuntersuchung und hunderte von Versuchen hätten ihn belehrt, daß der Brandstaub nichts anderes sei als Eier eines sehr kleinen „Insekts". In Feuchtigkeit und Wärme entwickelten sich daraus eiförmige Tiere. Diese „schleichen sich an den Keimen", wüchsen mit dem Halm in die Höhe, drängen in die Samen, zehrten sie aus, verendeten dort und ließen ihre Eier zurück. An einjährigem Weizen seien diese Eier bereits vertrocknet. Bei frischem Weizensaatgut helfe unfehlbar, wie dreißigjährige Erfahrung ihm zeige, ein Beizen mit einer Lauge aus Kochsalz und Kalk. Diese Lauge lasse die durch den Drusch in den Bart der Saatkörner gelangten Eier zerplatzen. Es ist nicht wahrscheinlich, daß Münchhausen bereits die Keimung der Brandsporen beobachtete, denn er gibt an, die meisten Brandstaubkugeln blieben unverändert, die anderen schwöllen auf, wälzten sich um und würden zu schnell beweglichen Tieren.

Die mehr populäre ökonomische Literatur, zumal in Schweden[3] (z. B. Wästström unter Linné's Einfluß), in Deutschland und England neigte sehr zur Annahme dieser Infusorientheorie, einer wenn auch nur spekulativen, so doch echten Infektionstheorie, wie die Worte: „Verum hoc est contagium in regno vegetabili" in der 1767 erschienenen Dissertation Linné-Roos[87] bezeugen. Sie bot eine plausible Erklärung für die in der Praxis beobachteten Beizerfolge. Auch in das 1773 erschienene phytopathologische System des Jesuiten und Innsbrucker Professors der Naturgeschichte J. B. Zallinger (1731—1785): „De Morbis plantarum cognoscendis et curandis dissertatio..." sind die Thesen Needham's und Münchhausen's übergegangen. Nach Zallinger[177] entstehen die „Animalkula" des Brandes aus der Stockung und Entzündung der Säfte. Meist verhielt man sich aber auf wissenschaftlicher Seite ablehnender; doch brachten die Anschauungen Münchhausens zusammen mit den Entdeckungen Tillet's den dänischen Gelehrten Joh. Christ. Fabricius[42] 1774 zu der glücklichen Formulierung, es müsse sich bei dem Brande um eine Krankheit handeln, die durch etwas Lebendes hervorgerufen werde. Es ist zweifelhaft, ob Tillet die Anschauung Münchhausens, deren Entstehungszeit nicht ermittelt ist, schon 1755 gekannt hat, oder gekannt haben kann, obwohl dies Roffredi[130] anzunehmen

scheint. Ein Hinweis Tillet's in seiner „Suite des expériences ...“ 1755 bezieht sich wohl auf die Hypothese Bradley's.

Mit breiter Ausführlichkeit schildert uns Tillet den wesentlichsten und auch zeitlich längsten Irrweg, den er anfänglich ging, als er die Insekten für die Urheber des Brandes hielt. Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, warum er so vorgehen mußte. Er sah mit Recht in den Anhängern dieser Theorie seine wichtigsten Gegner und wollte, entsprechend seinem psychologischen Rezept, (s. S. 59) zeigen, wie sehr ihn selber diese Theorie in ihren Bann schlug, welche Enttäuschungen er schließlich trotz hartnäckigen Fleißes und subtilster Beobachtung erntete.

Schon 1751 bemerkte er nach Markierung einzelner verdächtiger Pflanzen so häufig Insekten an Brandähren, daß er, ganz im Banne der Anschauungen seiner Zeit, mit intensiven Beobachtungen über ihr Vorkommen, ihr Auftreten und ihren Entwicklungszyklus begann, in der bestimmten Hoffnung, wie er sagt, einen Strahl der Wahrheit in der bisher so dunklen Materie erblickt zu haben. Er beschreibt eine rote und besonders eine schwarze Insektenart, die er an einer Brandähre vorfand und Staphilinen nennt.*) Er verfolgte genau ihre Metamorphose an den Ähren und entdeckte dabei, daß gerade an den noch fest in der Scheide verschlossenen Brandähren sich so gut wie nie Insekten auffinden lassen. Trotzdem führte er seine Beobachtungen bis in die Blütezeit des Weizens hinein fort. Er setzte ausgewachsene Tiere in die Blüte und verfolgte sorgsam ihr Verhalten dort. Sie gingen niemals das junge Korn an, schienen sich auch nicht vom Blütenstaub auf der Narbe zu ernähren. Sie blieben jedoch auffallend gern in den Federbüscheln der Narbe, so daß Tillet auf die Vermutung kam, sie könnten von einem öligen, befruchtenden Safte saugen, den nach seiner Vorstellung die Pollenkörner in der Wärme auf der Narbe ausschieden. Tillet stützt sich in seiner Auffassung vom Blütenstaub und seinem befruchtenden Saft auf die Versuche Jussieu's mit in Wasser platzenden Cruciferenpollen, veröffentlicht in den „Mém. Acad. Roy. des Sc.“ 1739. Er ergänzte diese Versuche insofern, als er, um die Verhältnisse auf der Gramineen-Narbe in vitro zu wiederholen, trockene Weizenpollen unter einem Rezipienten der Sonne aussetzte und dabei eine gewisse Transpiration der äußerlich trocken erscheinenden Pollenkörner beobachtete. Wenn nun die roten Insekten, so folgerte Tillet, von diesem Safte saugen, so könnten sie sehr wohl die natürliche Befruchtung verhindern und die Körner dadurch, einer unordentlichen Gärung anheimfallend, brandig werden.

Im Verlaufe der Beobachtungen schien es ihm, als seien die schwarzen Insekten aggressiver als die roten und er vermutete, daß sie den Pollen bereits

*) Nach Tillet mit sehr kurzen Flügeldecken und feinen Flügeln wie bei den Ohrwürmern.

in den Antheren wegfräßen und so durch Verhinderung der Befruchtung indirekt Brand verursachen.

Tillet's Einstellung zu Wesen und Aufgabe des Blütenstaubes war sehr fortschrittlich. Die 1694 publizierte experimentelle Wiederentdeckung der Sexualität der Pflanze durch Camerarius (1665—1721) scheint ihm nicht bekannt gewesen zu sein. Die Frage konnte also für ihn noch als unentschieden gelten. Er beruft sich stets auf die Abhandlung Geoffroy's[50] in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Paris vom Jahre 1711, die an sich hinter Camerarius' Werk zurücksteht, und weist die Ansicht seines Landsmannes, des Botanikers Tournefort (1656—1708), der die Antheren für überflüssige Relikte und die Narbe als Sekretionsorgan des Embryos ansah, zurück. „Sollte ich", so schreibt er, „diesen wunderbaren Bau betrachten können, ohne überzeugt zu werden, daß das heranwachsende Korn seine Vollkommenheit vom Staube der Staubbeutel erwartet; und daß der Saft, den diese Stäubchen enthalten, bestimmt ist, das werdende Korn ganz zu durchdringen?"

Dieser Irrweg hatte ein Gutes: er führte Tillet zu sorgsamen Untersuchungen über die Entwicklung des Steinbrandes bis zurück zu den ersten sichtbaren Anfängen an der noch verborgenen Jungähre, zunächst geleitet durch den Gedanken, die an den Brandähren sich entwickelnden Insekten müßten doch dort irgendwo, irgendwann und irgendwie auch Schaden stiften. Diese Untersuchungen Tillet's erstreckten sich auch auf die Wurzeln. Er fand dabei eine Art Wurzelläuse, von denen er anfangs annahm, daß sie durch ihr Saugen den Wurzeln und damit den Pflanzen ein Gift („virus") mitteilen, welches Brand in der Ähre hervorrufe. Er korrespondierte dieserhalb mit Réaumur. Sorgsames Untersuchen abgespülter Wurzeln brandiger Pflanzen mit starken Lupen und dem Mikroskop ließen keinerlei Verletzungen erkennen. Tillet ist jedoch vorsichtig und bemerkt dazu, die Verletzungen könnten infolge ihrer möglichen Kleinheit sehr wohl der Beobachtung entgehen. Réaumur teilte ihm mit, daß derartige Läuse sich an vielen Pflanzen, z. B. auch an dem, wie Tillet betont, sehr brandanfälligen Hafer fänden. Später bemerkte er noch an ganz jungen Blättern des Weizens, besonders auf Dungparzellen, eine feine Ziselierung, die er anfangs den Insekten zuschreiben wollte. Er verfolgte das Entstehen dieses Phänomens und konnte zeigen, daß die Düngung ein luxurierendes Wachstum in der Knospenlage verursache. Das gegenseitige Verdrücken der Blätter führe zu jener Ziselierung. Schließlich las Tillet, wie er uns sorgsam berichtet, noch in einer Naturgeschichte der Insel Barbados, daß dort „Brand" an Zuckerrohr auftrete, den kleine Insekten verursachten, die nach den Angaben des Berichterstatters der Royal Society durch ihr Saugen den Saftkreislauf (!) störten.

Alle Mühe, die Tillet zur Aufklärung der Brandursache bei der Untersuchung der Insekten aufwendete, führte zu keinem Ziel. Immer mehr Zweifel tauchten auf, immer stärker drängte sich eine ganz andere Frage in den Vordergrund des Problems. Tillet's Werk wirkt an dieser Stelle außerordentlich spannend auf den Leser von heute. Kommt sein Verfasser doch der Erkenntnis der pilzlichen Natur des Brandes ganz nahe, an jener Stelle nämlich, an der er, wie schon Camerarius-Planer und andere vor ihm, den Brandstaub mit dem Staube im Innern des Bovistes vergleicht. Nur seine irrtümliche Anschauung dieses *Lycoperdon*-Staubes als Product einer inneren Verderbnis des Pilzes stand als geringes, aber eben doch entscheidendes Hindernis zwischen der Teilerkenntnis der Infektiosität und der vollen Erkenntnis der pilzparasitären Natur des Steinbrandes. Das Schicksal hat ihm diesen Triumph nicht geschenkt, obwohl er später, wie uns Parmentier[94] berichtet, Versuche unternommen hat, mit den Sporen des *Lycoperdon bovista* bei Weizen Steinbrand hervorzurufen. Die Aufdeckung der parasitären Zusammenhänge erfolgte erst erheblich später. Wesentlich bleibt, daß Tillet innerhalb der Insektenbeobachtungen durch eine in ihm aufkeimende Idee auf den richtigen Weg gleichsam gezwungen wurde, den er dann rasch entschlossen unter völliger Aufgabe der bisherigen Arbeitsrichtung einschlug. Er sagt:

„Mais je n'ai pû me refuser à une idée neuve liée intimément à mon sujet, et sortie, pour ainsi dire, du sein de mes observations."

„Les grains cariés renfermeroient-ils quelque virus? Leur poussiere noire en seroit-elle impregnée au point de le communiquer à la semence? Cette poussiere maligne produiroit-elle son effet sur le bon grain en le pénétrant intimément lorsqu'il commence à se gonfler dans la terre, et que son germe vient à se developper? Les bleds noirs qui ont reçû une forte lotion avant d'être semés sont, dit-on, moins sujets à engendrer du noir que les bleds de la même espece qui n'ont point été lavées; ne seroit-ce point parce que les lotions détachent du grain la poussiere noire et empêtrent par là le mauvais effet qu'elle pourroit produire?"

So begann die Entdeckung der „wahren Ursache des Steinbrandes beim Weizen".

Es wäre ungerecht, an dieser entscheidenden Stelle jene zu übergehen, die bereits vor Tillet die Infektiosität des Steinbrandstaubes mehr oder weniger ahnten.

Zwei deutsche Hausväter im 17. Jahrhundert, Becher und Florinus, die Engländer Tull und Bradley, vielleicht auch der englische Botaniker John Ray (1628—1705), sind der Wahrheit nahe gekommen. Wir kön-

nen an sie auch einen Teil jener reihen, die schon vor Tillet mit der eindeutigen Absicht, den Steinbrand zu verhüten, das Beizen des Weizensaatgutes empfahlen. Tillet selbst gibt an, daß schon vor ihm im Journal de Verdun gute Beizvorschriften angegeben worden wären (Salzlaken, Arsen, Sublimat). Vielfach verfolgte man allerdings, wie teilweise auch Glauber, mit dem Beizen zwei Ziele, oft in erster Linie Samendüngung, in zweiter erst den Schutz gegen den Brand. Es darf auch nicht übersehen werden, daß die so lebhafte Diskussion über das Beizproblem, die nach Glauber's Tod begann, einer der Faktoren gewesen ist, die den Boden für Tillet's Entdeckung vorbereiteten[172].

Als unmittelbarer Wegbereiter der Tillet'schen Entdeckung der infektiösen Natur des Weizensteinbrandes ist neben Duhamel du Monceau der Camerarius-Schüler Planer in Tübingen anzusehen. Planer hatte in seiner „Disputatio botanica de Ustilagine Frumenti" vom Jahre 1709[120] Steinbrand und Flugbrand wenigstens in der Erscheinung voneinander geschieden. Er scheint sie allerdings für die gleiche Krankheit gehalten zu haben, nur in einem Grade unterschieden, der durch die Species der erkrankten Pflanze bestimmt wird. Er sagt: „Scilicet in hoc differt zeae ab hordei et avenae ustilagine. Horum enim tota spica nigricat, grana sunt aperta, quasi erosa ... Non ita per segetem zeae" (=Triticum spelta). Tillet ging hier entscheidend weiter. Der Vergleich des Brandbutteninhaltes mit dem des Pilzes *Lycoperdon* und den sog. Sodomfrüchten des Flavius Josephus in seinem Bellum Judaicum B. IV. Cap. 27 findet sich bereits hier. Besonders wichtig aber ist, daß bereits Planer unter Berufung auf Rajus (Ray) die Insekten- und die Witterungstheorien der Brandentstehung ablehnte, daß er ferner anläßlich des Vergleiches mit dem Bovistenstaub die pilzliche Natur des Brandes diskutiert und dann ablehnt, da er keine Ähnlichkeit mit dem von Malpighi beschriebenen Brotschimmel entdecken konnte. Schließlich zitiert Planer noch aus Rajus eine interessante Stelle über Beizungen im England des 17. Jahrhunderts, die für Tillet von großer Wichtigkeit gewesen ist:

> „Hae forte causae procatarcticae et externae ustilaginis esse possunt; quod si non adsit interna dispositio in grano ipso s. semine, causae externae effectum suum non sortiuntur. Hinc agricolae nostri maxime cavent a semine segetis ustilagine infectae, et praeterea ad praecavendum hoc malum, semen antequam terrae committunt lixivio ex cinere per 24 horas infusum calce viva aspergunt, adeoque firmum efficiunt adversus huius vitii causas."

Sie gab ihm wohl Anlaß zu der Angabe, daß alle seine Vorgänger, die das Beizen brandbeschmutzten Saatgutes empfahlen und vor Verwendung stark bebrandeter Körner warnten, annahmen, das schwarzfleckige Saatgut habe einen innerlichen Fehler, den man durch Beizen beheben könne, während Tillet für den Steinbrand dann das Irrige dieser Vorstellung nachwies. Ganz Un-

recht hatten jene nicht, da sie unter Brand des Weizens stets Steinbrand und Flugbrand verstanden und auf Flugbrand ihre Angabe über den innerlichen Fehler zutraf, vielleicht auch für die Beizerfolge dabei; stellte doch das Überstäuben und Durcharbeiten der von der Beize benetzten Saat mit ungelöschtem Kalk eine Art Kurz-Heißwasserbeize dar, deren Wirksamkeit gegen Flugbrand bekannt ist.

Wenn Réaumur damals den Volksglauben, der Krebs könne verloren gegangene Glieder ersetzen, aufgriff und zur Basis seiner experimentellen Forschungen über die Regeneration machte[34], so bietet uns Tillet's Forschung eine bedeutsame Parallele dazu. Am unmittelbarsten nämlich knüpft Tillet an eine fest eingewurzelte Anschauung der Landleute von Caux über den Brand und seine Ursachen an. Brandbeschmutztes Saatgut, so behaupteten jene, bringe nach sorgsamem Waschen weniger Brandpflanzen hervor als ohne diese Vorsichtsmaßregel gesätes; man solle daher niemals brandiges Saatgut säen, ohne es vorher sorgsam gewaschen zu haben. Tillet bringt diese Stellen nur andeutend. Sie fanden sich im Journal de Verdun der Jahre 1730 und 1739: „Les Laboureurs du pays croyent même que le bon bled ainsi taché par le mauvais, peut en contracter une qualité dangereuse pour la semence"(!)[74]. Von hier zum Gedanken der Infektiosität des Brandstaubes war es scheinbar ein kleiner Schritt. Wie groß er in Wirklichkeit war, läßt sich nur ermessen, wenn man bedenkt, welche Vorstellungen in der Mitte des XVIII. Jahrhunderts von dem Wesen der Ansteckung herrschten. Es muß noch einmal hervorgehoben werden, daß Tillet der Begriff parasitärer, Krankheiten erzeugender Organismen unbekannt war und auch sein durfte.

Aber wie er schon in der Lehre von der pflanzlichen Sexualität die fortschrittlichsten Erkenntnisse verwertet hatte, so zog er auch mit gleich sicherem und glücklichem Griff für seine Vorstellungen von der Infektiosität eine Publikation über die Syphilis heran, die sich gegen überalterte Vorstellungen von dem Wesen dieser Krankheit wendete. Es handelt sich um das in der Geschichte der Medizin so wichtige Werk„De morbis venereis libri novem" 1740, des Arztes und Professors der Medizin in Montpellier und Paris Jean Astruc (1684—1766), der auch als Pflanzenphysiologe erfolgreich experimentierte[163]. Astruc zählt zunächst auf, wie man früher die Syphilis äußeren Ursachen, schädlichem Einfluß der Gestirne, unreinem Zustande der Luft, Regen und Überschwemmungen zugeschrieben habe, ähnlich wie die anderen Seuchen:

„...et induci proinde a causa externa et communi, qualem alii esse putabant noxium astrorum influxum, vel Planetarum aspectum, alii vero insalubrem aeris statum, quem pluviae vel inundationes attulissent. Sed pervicit tandem nota rei veritas ac jamdudum certa constanti, indubitata experientia innotuit, et unanimi Medicorum testimonio compertum est luem veneream non concipi, nec errore diaetae, nec aeris vitio, nec ullo rerum

non naturalium abusu, nec spontanea humorum labe; sed unica tantum ratione propagari si ab aegroto in sanum communicatione tradatur."[155]

Tillet's gute Kenntnis der zeitgenössischen medizinischen Literatur vermittelte ihm auch das Werk des Arztes Marcus Antonius Plenciz „Opera medico physica contagii morborum ideam novam una cum additamento de lue bovina . . .", Vindebonae 1762[121]. Plenciz war ein weitsichtiger Arzt, der die Lehre von der krankhaften Fermentation der Säfte bekämpfte und sich denen anschloß, welche die ansteckenden Krankheiten auf miasmata contagiosa zurückführten. Klimaverhältnisse könnten wohl die Disposition zu epidemischen Krankheiten schaffen, aber nur selten zu kontagiösen. „Maligna miasmata" seien hier die eigentlichen Urheber. Es gäbe davon ebenso verschiedene Arten wie Pflanzenspecies. „. . . seu principium aliquod seminale verminosum (!) specie diversum; a principio mundi a Deo productum unde morbi contagiosi originem habent."

Zu den kontagiösen Krankheiten rechnet Plenciz auch den Getreidebrand. Er zitiert hier Needham's Beobachtungen über Älchen im Brandstaub. Als feine Samen schwebten die „Animalcula" in der Luft, wie der große Meister Leeuwenhoek gezeigt habe. Bereits 1638 wurde von zwei deutschen Ärzten in ihrer „Pathologia animata" eine derartige parasitologische Krankheitslehre aufgestellt. Sie blieb Tillet unbekannt. Das Werk Plenciz's jedoch ist von sehr großem Einfluß auf ihn gewesen. Die Ansicht von den „miasmata contagiosa" lag ihm sehr; betont er doch immer wieder den infernalischen, fischigen und pestartigen Gestank des Steinbrandstaubes im Zusammenhang mit der infektiösen Eigenschaft desselben.

Zusammenfassend stellt Tillet fest, daß man, als er mit seinen Arbeiten 1751 begann, keine Vorstellungen von der wahren Ursache der Brandkrankheit des Getreides gehabt habe („. . . une foule de préjugées et d'observations hazardées"). Sehr schön sagt er, man dürfe sich nicht verwundern, daß die Krankheiten der Gewächse noch so rätselhaft seien. Der bewunderungswürdige Lebensmechanismus der Pflanze sei fast ganz unseren Augen entzogen, ihr innerer Aufbau, ihr Wachstum, der Weg der Säfte, ihre Nahrungsquellen, der Zweck der einzelnen Organe, das sei und bleibe auch wohl noch lange ganz unbekannt. Wie könnten wir annehmen, ihre Krankheiten so leicht zu begreifen und die passenden Mittel zu Vorbeugung und Heilung zu finden ohne sorgsamstes Studium der einzelnen Krankheitsform? Von allen Krankheiten erforderten die Getreidekrankheiten besonderen Fleiß und besondere Aufmerksamkeit. „Au premier coup d'œil la maladie singuliere des Bleds . . . ne paroît pas exiger un travail pénible, et semble se montrer d'elle même; mais à mesure

qu'on y réfléchit la cause en devient plus obscure; le mal est sous les yeux, mais il est entierement formé: il n'a pas été possible de partir d'un point connu pour suivre les progrès de la corruption du Grain. Le dérangement des Parties organiques de la Plante s'est passé dans le secret; et si on le reconnoît enfin à certaines marques extérieures, il est trop tard alors pour saisir ce qui peut l'avoir occasionné".

Auf den ersten Blick scheine der Steinbrand einer sorgfältigen Untersuchung garnicht zu bedürfen, sondern sich selbst zu erklären. Je mehr man aber dieser Krankheit auf den Grund gehe, um so dunkler, rätselvoller erscheine sie. Der Ablauf der Krankheit vollziehe sich im Verborgenen; wir sähen die bereits erfolgte Verderbnis; dann sei es zu spät, von dort zurückgehend nach den Anfängen zu forschen, also die Kausalkette zu erkennen. Es sei eigentlich erstaunlich, daß man über diese unglückseligerweise weltverbreitete Krankheit, mit der sich schon so viele berühmte Gelehrte beschäftigt hätten, so gut wie nichts wisse, zumal über ihre Ursache. So viele überflüssige Akademieaufgaben es gegeben habe und gäbe, hier läge wahrlich eine Aufgabe vor, würdig „d e r A u f m e r k s a m k e i t a l l e r".

Kapitel V

V e r s u c h e

> „Rarement perd-on ses peines en se livrant aux Expériences, en les suivant sans dégoût, et y portant toujours un œil curieux: on cherchoit une vérité, elle échappe: on ne s'occupoit point d'une autre, elle frappe". T i l l e t.

Ehe Tillet zur Schilderung seiner Versuche aus den Jahren 1751—1754 übergeht, fügt er an das kritische Kapitel über die Brandtheorien einen Abschnitt, der eine d i a g n o s t i s c h e B e s c h r e i b u n g der wichtigsten Getreidekrankheiten enthält, und zwar die Symptome des Rostes, Mutterkorns, Steinbrandes, Flugbrandes, der Radekrankheit und einiger ernährungsphysiologisch bedingter oder durch Ausbleiben der Befruchtung entstandener und auch als solche von ihm erkannter Krankheiten und Fehler. Die wesentlichsten Feststellungen sind im VI. Kapitel der vorliegenden Arbeit zusammengestellt. Er verbindet mit dieser diagnostischen Arbeit einen wertvollen und erfolgreichen Versuch, das allgemeine Chaos, das in der N a m e n g e b u n g der Brandkrankheiten herrschte, zu beseitigen. Schon die Bezeichnungen der antiken Literatur

bargen genug Unklarheiten. Rost, Brand, Mehltau sind durchaus schwankende, oft willkürlich verwendete Namen, ein Übel, das noch bis in das XIX. Jahrhundert hinein weiter fraß. Dort nun, wo wenigstens Mutterkorn, Rost und Brand eindeutig unterschieden wurden, fehlte meistens eine klare Unterscheidung von Steinbrand und Flugbrand. Und doch war eine scharfe Trennung beider Brandarten infolge ihrer so grundverschiedenen Infektionsweise von fundamentaler Wichtigkeit. Camerarius-Planer und später Duhamel du Monceau hatten bereits vor Tillet diese Trennung versucht. Sie unterschieden wenigstens äußerlich in den Erscheinungsformen Flug- und Steinbrand voneinander, wenn auch ihre Analysen noch keineswegs an die Tillet's heranreichen. Duhamel du Monceau nennt den Flugbrand „Nielle" und den Steinbrand „Charbon" oder „Bled noir". Für die von ihm beschriebenen Krankheiten, deren grundsätzliche und ursächliche Verschiedenheit er hervorhebt, wählt Tillet die noch heute gültigen Namen: „Carie" für Steinbrand und „Charbon" für Flugbrand. Nachdem sich Tillet so die notwendige Basis für Arbeitshypothese und Experiment geschaffen hat, beginnt er mit einer sorgsamen chronologischen Schilderung seiner Versuche. Diese Darstellungen Tillet's sind äußerst umfangreich, in's einzelne gehend und recht unübersichtlich. Hinsichtlich aller wichtigen Ergebnisse sei wiederum auf das Kapitel VI hingewiesen. Die hier folgenden Seiten sollen in erster Linie das Technische seiner Versuche und die Art ihrer zahlenmäßigen Auswertung darstellen.

1751 und 1752.

Die Versuche dieser beiden Jahre tragen noch deutlich den Charakter tastender Vorversuche. Schon bei ihnen waltet aber eine Sorgsamkeit in ihrer Anstellung und ihrer Beobachtung, daß man vermuten möchte, Tillet habe bereits vor Beginn dieser Arbeiten irgendwelche experimentellen Erfahrungen gesammelt. Direkte Hinweise auf frühere experimentelle Tätigkeit fehlen jedoch.

Die Versuchstechnik dieser ersten beiden Jahre ist noch nicht so glücklich, wie die der späteren Zeit. Wir müssen uns immer wieder bei der Wertung der experimentellen Leistungen Tillet's vergegenwärtigen, wie sehr fast alles, was uns heute geläufig ist, ihm und seiner Zeit noch unbekannt war, und wie sehr klar definierte, eigene Begriffe auf diesem Forschungsgebiete fehlten. Sehr vieles, was seit der Kenntnis von der Pilznatur des Krankheitserregers gut verständlich und Erklärungen und Arbeitshypothesen leicht zugänglich war und ist, mußte sich Tillet von ganz anderen, unzugänglicheren, peripher liegenden Gegebenheiten ableiten.

Die Fragestellungen dieser frühen Versuche sind noch verwirrend mannigfaltig. Er wählte absichtlich Weizen der verschiedensten Herkünfte, neben handausgemachtem Saatgut gewöhnliches, durch Drusch gewonnenes, erheblich brandbeflecktes Korn des Marktes, dann wiederum Saatgut teils von begranntem, teils von grannenlosem Weizen. Es galt, gleich anfangs die von Tillet angenommene Unabhängigkeit des Brandauftretens von der Saatgutsorte, von atmosphärischen Einflüssen und von der Saatzeit nachzuweisen. Deshalb staffelte Tillet die Saatzeiten und stellte meteorologische Beobachtungen von der Saat bis zur Ernte an (Luftdruck, Temperatur, Bewölkung, Regen, Nebel, Wind). Die Staffelung der Saatzeit koppelte er mit der Prüfung von vier Dungarten. Es war zu untersuchen, ob sie von Einfluß auf das Auftreten des Steinbrandes wären. Innerhalb der vier Düngerabteilungen, Taube, Schaf, Mensch und Pferd, und dem ungedüngten Kontrollstück war das 540×120 Fuß messende Versuchsfeld (120 Beete) nochmals senkrecht dazu in vier durchgehende Reihen zerschnitten. Die erste dieser Reihen bekam ein teils mit Kalk, teils mit Salpeter und Kalk vorbehandeltes Saatgut gewöhnlicher Art, die zweite Reihe wurde mit dem gleichen, aber unbehandelten Weizensaatgut besät. Das Weizensaatgut der dritten Reihe erhielt eine Beizung mit Seesalz und Kalk, das der vierten Reihe schließlich war wieder durchgehend ungebeizt, aber von besonderer Art. Diese wichtigste vierte Reihe wurde nämlich teils mit Saatgut besät, das, an sich handelsüblich rein, absichtlich mit Brandstaub eingepudert war, teils mit solchem, das bereits beim Dreschen viel Brandstaub abbekommen hatte. Und ein Teil dieses druschinfizierten Saatgutes wurde von Tillet noch obendrein absichtlich durch Einpudern mit Steinbrandstaub bebrandet.

Trotz der sorgsamen theoretischen Vorbereitungen dieser, für die Geschichte der Entdeckung so wichtigen Versuchsanstellung war Tillet doch von dem Ergebnis dieses Feldversuches, besonders von dem auf dieser vierten Reihe erzielten, äußerst überrascht:

„Je ne sçaurois cependant passer sous silence une chose qui sera partie de ce détail; c'est qu'en examinant les différentes planches du terrain, dont la distribution a été mise sous les yeux de l'Académie, j'ai été surpris de voir que toutes celles où j'ai semé du grain moucheté, ou noirci à dessein avec la poussiere des grains cariés, contiennent une grande quantité d'épis cariés . . .".

Schon Mitte Juni notierte er in sein Tagebuch, daß ihm alles klar werde. Es sind gleichsam die Geburtsstunden der Entdeckung. „ . . . d'où partoit le grand trait de lumière sur la véritable cause du mal."

„Peu de temps après", so schreibt er, „la maladie se manifesta tellement dans ces trente planches que j'ouvris enfin les yeux sur la cause d'un mal limité à une ligne seule . . . . ."

Der Text in Tillet's Werk geht an dieser Stelle in eine knappe, spannende Berichterstattung über. Es handelt sich um die 30 Parzellen jener Linie, deren Saatgut mit Brandstaub eingepudert worden war. Sie trugen zahlreiche kranke Pflanzen mit unzähligen Brandähren. Auf den drei übrigen Reihen waren nur einzelne wenige Brandähren erkennbar. Kurz darauf offenbarte sich allein auf jenen 30 Parzellen die Krankheit in einem geradezu dramatischen Ausmaße, die seine ganze Aufmerksamkeit, selbst den geringsten Erscheinungen gegenüber, aufs äußerste erregte. Ein gütiges Geschick kam ihm noch obendrein zu Hilfe. Unmittelbar an jene Reihe mit so auffallendem Brandbefall grenzte ein fremdes Feld, das nahezu völlig brandfrei war, während auf der entgegengesetzten Seite die mit auserlesenem und gebeiztem Saatgut besäte, praktisch brandfreie Hauptreihe begrenzt wurde von einem Nachbarschlag, der zu gut 50% Steinbrandähren trug. Von diesem Nachbarn mit seinem miserablen Saatgut waren beim Säen einige Würfe auf Tillet's Stück hinübergelangt und dort eingepflügt worden. Diese Würfe gingen auch auf und waren innerhalb der sonst brandfreien Reihe deutlich als ordnungslose einzelne Klumpen von Brandweizen innerhalb der sorgsamen Reihensaat Tillet's zu erkennen.

Für die Abteilung mit Taubenmist innerhalb der Reihe mit bebrandetem Saatgut gibt Tillet Zahlen an, aus denen hervorgeht, daß er Ährenbefall von über 50%, ja zum Teil über 80% erhielt. Von den zwei noch übrigen dazwischen liegenden Hauptreihen zeigte jene, deren Saatgut mit Kalk und Seesalz zubereitet worden war, so wenig Brandähren, daß man sie suchen mußte, und die Hauptreihe nicht zubereiteter Saat einige Brandähren auf jeder der 30 Parzellen. Die Ergebnisse innerhalb jeder der vier Hauptreihen erwiesen sich als weitgehend gleich. Das bedeutete ihm, daß weder eine Düngergabe noch auch die Art des gegebenen Dunges Einfluß auf das Auftreten der Steinbranderkrankung hatte. Das scharf abgegrenzte Erscheinen des Brandes auf Reihe IV und das einheitliche Ergebnis innerhalb der einzelnen Hauptreihen zeigte Tillet ferner, daß auch die Saatzeit keinen derartigen Einfluß haben könne, daß schließlich die Saatgutherkunft allein ebenfalls nicht bestimmend sei. Hinsichtlich des Düngereinflusses bemerkt Tillet noch in seiner peinlich sorgsamen Art, daß sich die nachweislich höhere Anzahl Brandähren auf den Düngerabteilungen auf die stärkere Bestockung dort gegenüber der ungedüngten Kontrollabteilung zurückführen lasse. Die Anzahl erkrankter Stöcke sei die gleiche gewesen.

Es folgen noch eine Anzahl Einzelbeobachtungen über die Anfälligkeit begrannten und grannenlosen Weizens gegenüber Steinbrand, über den Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf die Entstehung des Brandes, über Beziehungen zwischen dem Auftreten des Steinbrandes und dem des Flugbrandes, über Früh-

symptome beider Krankheiten und über das Vorkommen von Insekten an gesunden und kranken Ähren.

Gleichzeitig neben diesen Feldversuchen arbeitete Tillet auch in seinem Garten in der Stadt speziell über die Frage, ob sehr hitzige Düngerarten imstande seien, Brand zu verursachen. Deshalb düngte er zwei Beete mit Hühnermist und eines mit Schweinemist. Jedes dieser Dungbeete war in vier Abschnitte geteilt, die wechselweise unbehandeltes und in Seesalz-Kalk gebeiztes Saatgut erhielten. Das ungedüngte vierte Beet war nicht eigentlich eine Kontrolle, sondern von ganz besonderer Art. Tillet hob dort die Erde tief aus und pflasterte, abgesehen von einigen kleinen Abzugslöchern für das Niederschlagswasser, die Höhlung, damit der umgebende Erdboden ferngehalten würde. Den Aushub ersetzte er durch sorgsam gewaschenes Waldmoos. Dieses Moosbeet erforderte besonders sorgsame Pflege. Er hielt es ständig gleichmäßig feucht. Bei Frost bekam es eine Strohdecke. So konnte er einen auffallend guten Auflauf und sehr gutes Schossen erreichen. Die Reife lag sehr spät, erst Ende August; zum Teil wurde es nur notreif. Eingeteilt war dieses Beet in vier lediglich markierte Abschnitte. Sie erhielten gewöhnliches Saatgut des Handels, das im ersten Abschnitt noch eigens bebrandet, im zweiten mit Seesalz und Kalk und im vierten mit Salpeter gebeizt wurde. Das Saatgut des ersten und dritten Abschnittes blieb also ungebeizt. — Der Erfolg der Versuche entsprach den Erwartungen. Der erste Abschnitt des Moosbeetes trug Ähren, die nahezu alle steinbrandkrank waren. Der zweite Abschnitt hatte, an der Flanke zum ersten hin, einige kranke Ähren. Tillet vermutete, daß ihm hierbei einige Körner von Abschnitt 1 versehentlich auf den Nachbarabschnitt gefallen seien. Denn nach seinen Erfahrungen breite sich die Krankheit innerhalb des Erdbodens nicht aus, deshalb wohl auch nicht innerhalb des Moosbeetes. Abschnitt 3 und 4 waren völlig brandfrei.

Tillet erklärt dieses streng lokalisierte Brandauftreten auf dem ständig sehr feucht gehaltenen Moosbeet für einen hinlänglichen Beweis gegen die Theorien von den schädlichen Nebeln und der branderzeugenden Bodenfeuchtigkeit und für eine gute Stütze seiner eigenen Infektionslehre. Darüber hinaus stellte er noch Versuche in Töpfen an, um die Experimente Tull's zu wiederholen und betraute einen Mitarbeiter mit der gleichen Aufgabe. Er konnte an die Akademie berichten, daß entgegen Tull's Feststellungen Weizenpflanzen, die in förmlich versumpften Töpfen fast ertranken, niemals brandig würden, und bestätigte so Feldbeobachtungen und Topfversuche Duhamel's, der ebenfalls zur Ablehnung der Tull'schen Theorie gekommen war. Mit diesen Feld- und Gartenversuchen der Jahre 1751 und 52 schließt der zweite Abschnitt seines Hauptwerkes.

1752 und 1753.

Der experimentelle Nachweis der Infektiosität.

Die Versuche dieses Zeitabschnittes brachten Tillet die entscheidenden Ergebnisse. Er zweifelte zwar nicht mehr daran, daß der Brandstaub den

SERVI AUX EXPERIENCES DE 1752-53.....

Pailles saines hachées. 2 Epis cariés. 1 Charbonné. 26	5 Epis cariés. 3 Charbonnés. 31	2 Epis cariés. 2 Charbonnés. 36	3 Epis cariés. 3 Charbonnés. 41	3 Epis cariés. 46
Pailles suspectes. 27	Froment pur, humecté avec une eau de Gomme, & noirci de carie. ½ Au moins d'Epis cariés. Planche maigre. 32	Froment pur, noirci de carie, humecté, marine-chaulé en cet état, & n'ayant rien perdu de la carie 10 Epis cariés. 1 Charbonnés. Assez belle. 37	Froment pur, noirci de carie à sec, & enterré à fleur de Terre. 506 Pieds sains. . . . 2016 Epis sains. 401 Pieds malades. . 1687 Epis cariés. 1017. 3713. 42	Froment sali de pouſſiere d'Ivraie, cariée, & enterré à fleur de Terre. Affectée comme 41, 43, 44 & 45, mais moins. Plus de retard dans les marques de la carie. 47
Pailles ſuſpectes. 28	Froment pur, humecté avec une eau de Gomme & noirci de carie. ½ d'Epis cariés. 5 Charbonnés. 33	Froment pur, noirci de carie humecté, marine-chaulé en cet état, & n'ayant rien perdu de la carie. 8 Epis cariés. 3 ou 4 Charbonnés. Belle. 38	Froment pur, noirci de carie à ſec, & enterré a un ou deux pouces de profondeur ⅓ Au moins d'Epis cariés 6 Charbonnés. Moins belle que la précedente. 43	Froment pur, ſali de pouſſiere d'Ivraie, cariée, & enterré à 1 ou 2 pouces de profondeur. 778 Pieds ſains. . . . 2194 Epis ſains. 365 Pieds malades. . . 808 Epis cariés. 1143. 3002. 48
Epis ſains battus & Balles ſaines 29	Froment pur, humecté avec une eau de colle de Poiſſon & noirci de carie. ½ Ou à peu près d'Epis cariés. 34	Froment pur, noirci de carie, humecté, nitré-chaulé en cet état, & n'ayant, &c. 3 Epis cariés. Quelques Charbonnés. Belle. 39	Froment pur, noirci de carie à ſec, & enterré à 3 ou 4 pouces de profondeur. ⅓ d'Epis cariés. 5 Charbonnés. Moins belle que la 43e. 44	Froment pur, ſali de pouſſiere d'Ivraie, cariée, & enterré à 3 ou 4 pouces de profondeur ⅓ d'Epis cariés. 49
Epis cariés battus & Balles ſuſpectes. 30	Froment pur, humecté avec une eau de colle de Poiſſon & noirci de carie. ½ d'Epis cariés. 35	Froment pur, noirci de carie, humecté, nitré-chaulé en cet état, & n'ayant, &c. 4 Epis cariés. 3 ou 4 Charbonnés. Belle. 40	Froment pur, noirci de carie à ſec, & enterré à 5 ou 6 pouces de profondeur. 70 Pieds ſains . . . . 331 Epis ſains. 111 Pieds malades. . . 938 Epis cariés. 181. 1269. 45	Froment pur, ſali de pouſſiere d'Ivraie, cariée, & enterré à 5 ou 6 pouces de profondeur 318 Pieds ſains. . . . . 901 Epis ſains. 344 Pieds malades. . . 998 Epis cariés. 662. 1901. 50
Ivraie ſaine, ſalie de carie d'Ivraie & lavée 217 Epis ſains. 129 Epis cariés. 346. F	Ivraie cueillie dans un Champ où s'étoit trouvé beaucoup d'Ivraie attaquée de la carie 463 Epis ſains. 1 Epi carié. 464 G	Seigle pur en Terre pur. 275 Epis ſains. H	Seigle pur en Terre noircie de carie de Froment. 31 Epis ſains. 1 Ergot. I	Seigle pur, noirci de carie de Froment 144 Epis ſains. 4 Ergotés. K

très-ſaines.

Premiere diviſion contenant 4 rangées d'Orge pure.

Point de maladie.

6 Pieds.

12 Pieds.

DEUXIE'ME Partie du Terrein labouré à la Charue, ayant les mêmes proportions que la 1ere.

Même Grain que dans la Premiere Partie; avec cette différence qu'il avoit été fortement noirci de carie le 4. Octobre, qu'on l'avoit laiſſé ainſi ſali & renfermé dans une Boëte juſqu'au 24. du même mois, jour auquel il fut bien lavé, expoſé au Soleil pour y ſécher, & ſemé le lendemain ainſi nétoyé. On voyoit cependant ſur la houpe de ce Grain lavé, à l'aide de la moins forte l'houpe du Microſcope, quelques particules de carie que les lotions n'avoient point enlevées.

RE'SULTAT.

Aſſez belle: Un grand nombre d'Epis cariés.

..du.....Ter.....rein.....

Abb. 7. Tillet: Teil eines Versuchsplanes aus dem Jahre 1752/53.

Ansteckungsstoff enthalte und somit die Krankheit des Steinbrandes verbreite. Dies schien ihm der so demonstrative Ausfall des großen Feldversuches von 1751/52 zu beweisen. Er hatte jedoch in diesem ebenso wie in dem Gartenversuch kein vorzügliches Saatgut für das Bebranden ausgewählt. Konnte da nicht, unabhängig vom Brandstaub, im Innern derartiger Körner ein Krankheitsfaktor enthalten gewesen sein? Wie würde sich nun auserlesen bestes Saatgut verhalten, wenn man es mit Steinbrandstaub einschwärze?

»Le résultat des différentes expériences«, sagt Tillet, »que j'ai exposés sembloit suffire pour me persuader que la maladie du noir étoit contagieuse et que le virus résidoit dans la poussiere des grains cariés . . .

Mes principales vues furent dont d'examiner si un grain sain, bien nourri, et dans un état de perfection, produiroit des épis cariés pour cela seul qu'il eût été noirci avec la poussiere des grains d'épis corrompus«.

Weiterhin hielt es Tillet für wichtig, zu klären, ob auch das Stroh brandigen Getreides, nach Abschneiden der kranken Ähren, das Contagium enthalte und dadurch bei Kontakt mit keimendem Weizen diesen anzustecken vermöge. Tillet erschien dies möglich, da ja der Ansteckungsstoff vom Keimling nur über den heranwachsenden Halm als Vermittler in die Ähren dringen könne. Da Brandstroh häufig genug als Streu benutzt und so ein Bestandteil des Stallmistes wurde, stellte Tillet die Frage, ob Brandstroh auch als Bestandteil gut vergorenen Stalldüngers, auf die Felder verbracht, noch anzustecken vermöge, und worauf gegebenenfalls diese Ansteckung beruhe.

Einen Begriff von der Vielfalt experimenteller Fragestellungen in diesem Zeitabschnitt gibt die folgende Aufstellung. Sie umfaßt die wichtigsten Versuche Tillet's aus den Jahren 1752 und 1753.

1. Weizensaatgut, bebrandet mit Weizenflugbrand
2. „ „ „ Gerstenflugbrand
3. „ „ „ Haferflugbrand
4. „ „ „ Lolch-Steinbrand
5. „ in Töpfe und Kisten ausgesät
   a) Einfluß der Bodenfeuchtigkeit
   b) Versuche mit brandverseuchter Erde
   c) Infektionsversuche an älteren Keimpflanzen
6. Aussaat keimfähiger Körner aus steinbrandkranken Weizenähren
7. Einfluß der Stoppeln brandkranken Weizens
8. Aussaat brandigen Weizensaatgutes, das gewaschen und sofort in der Sonne getrocknet wurde

9. Grauweizen*), Saatgut bebrandet mit Weizensteinbrand
10. Wunderweizen**), Saatgut bebrandet mit Weizensteinbrand (trocken und naß)

11. Lolchsamen, bebrandet mit Steinbrand des Lolchs
12. „ „ „ Weizensteinbrand
13. „ eingesät in mit Weizensteinbrand verseuchte Erde

14. Gerstensaatgut, bebrandet mit Gerstenflugbrand
15. „ „ „ Weizenflugbrand
16. „ „ „ Weizensteinbrand

17. Vielzeilige Gerste. Saatgut teils trocken, teils angefeuchtet, bebrandet mit Gerstenflugbrand
18. „ „ Saatgut teils trocken, teils angefeuchtet, bebrandet mit Weizensteinbrand
19. „ „ bebrandet mit Weizenflugbrand

20. Hafersaatgut, bebrandet mit Haferflugbrand
21. „ „ „ Weizensteinbrand
22. „ „ „ Gerstenflugbrand

23. Roggensaatgut, bebrandet mit pulverisiertem Mutterkorn
24. „ „ „ Lolchsteinbrand
25. „ eingesät in mit Lolchsteinbrand verseuchte Erde
26. „ bebrandet mit Weizensteinbrand
27. „ eingesät in mit Weizensteinbrand verseuchte Erde

28. Eine Reihe Beizversuche gegen Stein- und Flugbrand.

Die Versuche begannen mit der Aussaat des Winterkornes zu Ende des Jahres 1752. Den Sommerweizen säte Tillet im März 1753. Einen Fehler, auf den er in der vorigen Periode aufmerksam geworden war, vermied er diesmal peinlichst, nämlich das bebrandete Getreide vor dem gesunden auszusäen. Er befürchtete mit Recht eine Beschmutzung der Hände und unerwünschte Ansteckung gesunden Saatgutes. Um die Ergebnisse besser mit einander vergleichen zu können, achtete er beim experimentellen Bebranden darauf, daß auf die

*) *Triticum cinericeum Bauh.*
**) *Triticum spica multiplic.* (Traubenweizen)

gleiche Menge Samen auch die gleiche Quantität Brandstaub kam und auf jede Parzelle auch die gleiche Menge Saatgut.

Große Mühe verwendete Tillet auf die Zubereitung des Düngers. Er ließ in einem besonders reinen Stall ein Pferd einstellen, das als Streu lediglich Brandstroh und für eine Woche, trotz widerwilliger Annahme, Brandweizen als Futter erhielt. Der Mist wurde sorgsam gesammelt. Tillet hatte bereits gelegentlich erwähnt, daß nach seinen Beobachtungen Brandstaub nicht gesundheitsschädlich sei. Darauf wurde der Stall abermals peinlich gesäubert und das Pferd bekam sauberste, völlig brandfreie Streu und brandfreie Garben zur Nahrung. Auch der hierbei anfallende Mist wurde gesondert aufbewahrt. Weitere Düngermischungen aus gehacktem, gesundem Stroh mit Schafmist, aus Schafmist auf Heu, aus Pferdemist und Kuhmist, wurden in Fässer gepackt und zwecks besserer Gärung feucht gehalten. Die gleichen Mischungen wurden nach demselben Gärverfahren mit Stroh von Brandähren („pailles suspectes") angesetzt.

Zum Versuchsfeld nahm Tillet einen vorzüglichen Roggenacker, keinen ehemaligen Weizenschlag, da er den Weizenstoppeln anfangs mißtraute. Er teilte es in 120 Beete (18 mal 5 Fuß). Insgesamt war es 360 Fuß lang und 74 Fuß breit. Auf jedes Beet kamen 5 Saatreihen, einen Fuß voneinander entfernt. Die Einteilung der Versuchsfelder wird in Tillet's Werk auf mehreren beigegebenen Karten illustriert. Alle Weizenbeete erhielten diesmal einheitliches, handausgemachtes, einwandfreies Saatgut der gleichen Herkunft und Ernte. Die äußerst genaue Beschreibung der zahllosen Einzelversuche findet hier keinen Platz. Nur sorgsames Studium des Original's, das einer gekürzten Neuherausgabe wohl wert wäre, vermag die Fülle der von Tillet angeschnittenen Probleme zu vermitteln. Lediglich auf einige im Rahmen des großen Feldversuches wesentliche Einzelexperimente, bei denen Tillet genaue Zahlenangaben macht, und auf einige interessante Versuchsanordnungen sei hier noch eingegangen.

Um das Saatgut unmittelbar mit den verschiedenen Mistkombinationen in Berührung zu bringen, zog Tillet Furchen, legte diese mit der betreffenden Mistart aus und säte unmittelbar darauf. Das Beizen der künstlich bebrandeten Körner wurde so schonend vorgenommen, daß die Körner keine wesentlichen Mengen des ihnen anhaftenden Brandstaubes verloren. Sie sahen nach dem Beizen aus wie in Tinte getaucht. Tillet verteilte die experimentellen Fragestellungen mit ihren häufigen Wiederholungen und Kontrollen bunt über das Versuchsfeld, um Einflüsse der vielleicht nicht exakt ebenmäßigen Eigenschaften des Ackers nach Möglichkeit auszuschließen. Um den Brandstaub

in größerer Menge und festhaftend an die Körner zu bringen, befeuchtete er diese teils einfach mit reinem Wasser, teils mit schwacher Gummiarabikum- oder Fischleimlösung. Von der Vorstellung ausgehend, der Steinbrandstaub enthalte ein Contagium, ein „Virus", wie er sagt, vergrub er gesundes Saatgut für mehr als 30 Tage in reinen Brandstaub, um zu sehen, ob das ruhende Korn das Gift in sich aufnähme, ob sich hierdurch die Erkrankung an Brand steigern lasse, ob der „Virus" etwa gar die Keimkraft völlig vernichte, oder ob trotz dieser Dauereinwirkung durch nachträgliches Beizen die Krankheit verhindert werden könne. Um ferner zu prüfen, ob nicht nur der Keim, sondern auch die Wurzeln imstande wären, das ansteckende Prinzip in sich aufzunehmen, legte er in eine breitere Saatfurche eine dicke Leiste. Auf die eine Seite säte er reinen Weizen, auf die andere eine schmale Straße von Brandstaub. Dann wurde unter größter Vorsicht die Leiste entfernt und gleichzeitig die Furche mit Erde abgedeckt. Ein anderer Versuch sollte Tillet zeigen, ob einseitiger Kontakt der Körner mit Brandstaub im Boden auch zu so hohem Brandbefall führe. Er zog daher eine Furche, streute Brandstaub hinein und säte direkt darauf.

Das Aberndten nahm Tillet äußerst sorgsam vor. Die ganzen Pflanzen wurden ausgehoben und aufbewahrt. Er zählte später sowohl die Anzahl kranker und gesunder Pflanzen wie auch die Ähren, gibt aber nur einen Teil des Zahlenmaterials direkt wieder, den anderen in Brüchen.

Wie schon bei den Experimenten der ersten Versuchsperiode war Tillet auch in diesem Abschnitt 1752/53 besonders glücklich bei den Versuchen in seinem Garten. Er konnte hier sowohl beim Ansetzen des Versuches wie beim Auswerten noch sorgsamer vorgehen als im Feldversuch. Er steckte die Körner einzeln in gleicher Zahl und gleicher Entfernung voneinander. Von der Auswertung gibt er uns ein brauchbares Zahlenmaterial:

Gartenversuche 1753.

	Stöcke von gesundem Weizen	Gesunde Ähren auf diesen Stöcken	Stöcke von krankem Weizen	Steinbrandkranke Ähren auf diesen Stöcken
Reiner Weizen	91	478	3	16
	113	427	1	4
	131	482	1	3
	123	511	1	9
	458	1898	6	32

	Stöcke von gesundem Weizen	Gesunde Ähren auf diesen Stöcken	Stöcke von krankem Weizen	Steinbrandkranke Ähren auf diesen Stöcken
Reiner Weizen	29	142	67	369
bebrandet	27	115	93	443
	32	124	94	399
	24	96	79	369
	112	477	333	1 580

Auch von der Auswertung der Feldversuche seien einige Zahlen angegeben. Sie zeigten Tillet, wie gefährlich das Düngen mit brandigem Stroh ist.

	Pflanzen	gesund	krank	Ähren	gesund	krank
reiner Sommerweizen ungedüngt	1492	1 484	8	3 139	3 124	15
ders. + brandiges Weizenstroh	2 701	2 025	676	4 290	3 125	1 165

Sehr eigenartig ist, daß Tillet bereits auf den Gedanken kam, Tiefsaatversuche anzustellen. Den Anlaß dazu gab die Überlegung, daß tief liegende Saat eine größere Anzahl Wurzeln bilde. Diese stärkere Bewurzelung könne vielleicht, so meinte Tillet anfangs, die Pflanze derart kräftigen, daß sie die Folgen der Infektion zu überwinden vermöchte. Der gleiche Gedanke lag dem Versuche zu Grunde, die Pflanzen durch sehr dünne Saat möglichst kräftig aufwachsen zu lassen. Die Ergebnisse zeigten Tillet das Gegenteil des Erwarteten. Die Tabelle gibt einige Zahlen wieder, wie sie sich teils im Text, teils auf den Versuchsplänen finden. Bei jenen Beeten, bei denen er Zwischentiefen wählte (1—2 und 3—4 Zoll) gibt er lediglich geschätzte Werte in Brüchen an.

	Pflanzen	gesund	krank	Ähren	gesund	krank
bebrandeter Weizen						
flach gesät	1 057	566	491	3 713	2 026	1 687
5—6 Zoll tief	281	70	211	1 269	331	938
W. m. Lolchbrandstaub						
flach gesät	1 143	778	365	3 092	2 194	898
5—6 Zoll tief	662	318	344	1 901	903	998

Gegen die Theorie der schädlichen Einwirkungen von Nebeln und Tau, denen begrannter Weizen angeblich weit weniger ausgesetzt sei, sprachen Versuche wie folgender:

Saatgut experiment. bebrandet:	Ährenzahl	gesund	krank
grannenloser Weizen	3 117	1 641	1 476
Grannenweizen	3 329	1 624	1 705

Eine besondere „Versuchstechnik", ein Zeichen seines fanatischen Experimentiereifers, war es, als er im Frühjahr 1753 auch das Feld seiner Nachbarn, der Karthäuser, in den Bereich seiner Arbeiten einbezog. Tillet erzählt uns vergnüglich von diesem Streich, der ihn zu einem gefährlichen Nachbarn werden ließ:

> «Peut-être devrois-je la passer sous silence et me contenter de jouir en secret de l'instruction que j'en ai tirée. Elle va décéler un trait de malice réfléchi, et m'annoncer comme un voisin dangéreux; mais il s'agit de l'intérêt Public: je n'avois, outre cela, que des vûes utiles, même en faisant le mal».

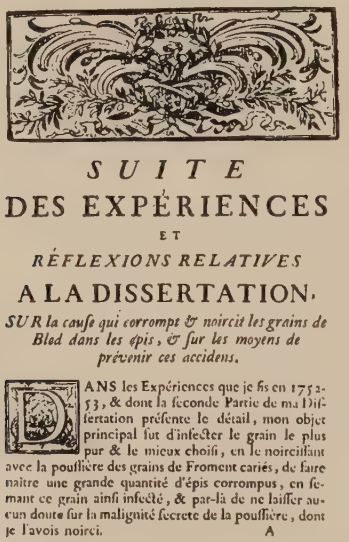
Er hatte gesehen, daß der Sämann der Klosterbrüder am Abend mit seinem Weizenacker nicht ganz fertig geworden war. Da säte er dann nach Einbruch der Dunkelheit auf ein kleines Stück noch übrig behaltenen Brandstaub aus. Er vergaß später die Stelle, bis er im Juni deutlich genug durch den schlimmen Zustand der Ähren dort («... état pitoyable mais au fond bien satisfaisant pour moi» wie er an anderer Stelle sagt) auf diesen Versuch aufmerksam gemacht wurde. Tillet verriet nichts, sondern machte nur den Bruder Pförtner auf dieses brandige Stück aufmerksam. Der meinte, dort sei wohl ein böser Nebel oder Wind niedergegangen. Tillet ließ ihn bei seinem Glauben, meinte auch, es wäre wohl zwecklos gewesen, hier durch eine Beichte den Mann zu überzeugen, daß der böse Nachbar und sein ansteckender Brandstaub die schwere Erkrankung an dieser Stelle verursachten.

1753 und 1754.

Erprobung von Beizmitteln.

Die Hauptaufgabe der Versuche dieses Zeitraumes bestand darin, nach einem gut wirksamen und unschädlichen Beizmittel zu suchen. Dieses Mittel sollte auch so wirtschaftlich sein, daß selbst der saumseligste Landwirt für sein Unterlassen der Beizung in den Kosten keinen Entschuldigungsgrund mehr fände. Außerdem mußten die Rezepte derart beschaffen sein, daß ihr Unterschied von den althergebrachten Vorschriften vor den allzu konservativen

Bauern möglichst verborgen bliebe. Neben diesen Beizversuchen beschäftigte sich Tillet nochmals mit dem größten Teil der schon 1752/53 in Angriff genommenen oder gelösten Fragen. Neue Düngeversuche sollten prüfen, ob irgendein Dung die Infektiosität des Brandstaubes vermindern oder vernichten könne. Geradezu frappierend sind Versuche über eine künstliche Nachreife unreif geernteten Brandstaubes, Versuche über Abhängigkeit der Infektiosität des Brandstaubes von seinem Alter, sowie über seine Resistenz gegenüber hohen Temperaturen. Schließlich setzte Tillet noch neben den bisher bei ihm üblichen Parzellenversuchen große Feldversuche an, um seine Ergebnisse auf die nor-



SUITE
DES EXPÉRIENCES
ET
RÉFLEXIONS RELATIVES
A LA DISSERTATION,
SUR la cauſe qui corrompt & noircit les grains de Bled dans les épis, & ſur les moyens de prévenir ces accidens.

DANS les Expériences que je fis en 1752-53, & dont la ſeconde Partie de ma Diſſertation préſente le détail, mon objet principal fut d'infecter le grain le plus pur & le mieux choiſi, en le noirciſſant avec la pouſſière des grains de Froment cariés, de faire naître une grande quantité d'épis corrompus, en ſemant ce grain ainſi infecté, & par-là de ne laiſſer aucun doute ſur la malignité ſecrete de la pouſſière, dont je l'avois noirci. A

Abb. 8. Erste Seite dieses Werkes (Nationalbibl. Wien.)

malen Verhältnisse der landwirtschaftlichen Praxis zu übertragen. Die Ergebnisse auch dieser Versuchsperiode sind im Kapitel VI wiedergegeben.

Die von Tillet verwendeten Beizmittel sind mannigfacher Art. Auffällig ist das Fehlen von Quecksilber, Kupfer, Arsen, Blei (Mennige), Kobalt (Ashaltig) und Schwefel in seinen Rezepten, obwohl diese Substanzen schon vor ihm zu Beizzwecken verwendet wurden. Die Beschaffungsschwierigkeiten und die Kosten, wohl auch die im Journal de Verdun[74] erschienene Warnung vor Arsen und Quecksilber (Sublimat) mögen ihn davon abgehalten haben. Auch die oft empfohlenen Reinigungsmittel wie feiner Ton, Kaff, Wolle, Schnee (Schweden) und die Methode, das Saatgut durch Strohfeuer rieseln zu lassen, ferner die Beizung mit Ruß (Wirkung der Teerabkömmlinge?) griff Tillet nicht mehr auf.

Er verwendete hauptsächlich folgende Beizmittel, teils einzeln, teils in Kombinationen:

Gewöhnliche Bleichlauge des Handels,
Lauge aus neuer Holzasche von Buchen, auch von Eichen,
„ „ Asche von Salsola Kali,
„ „ Pottasche,
„ „ Weinsteinasche,
Gesättigte Salpeterlösung,
„ Lösung von Seesalz,
Verdünnte Salpetersäure,
Menschenurin, morgens gelassen, in der Sonne verfault,
Kuhharn, verfault,
Ungelöschten Kalk, pulverisiert,
Kalkablöschwasser, fast siedend.

Um ein Zurücktrocknen des gebeizten Saatgutes zu ersparen, verwendete Tillet fast ausschließlich die Methode der Benetzungsbeizung. Fast alle Beizmittel wurden mit Kalk kombiniert. Dieser wurde über die mit der Beize angefeuchteten Körner gesiebt und gründlich mit dem Saatgut durchgearbeitet, sodaß dieses nach kurzem Liegenlassen saatfertig war. Bei der Ausarbeitung der Rezepte achtete Tillet darauf, daß keine Keimschäden und keine Abnahme der Keimfähigkeit beim Lagern gebeizten Getreides auftraten. Den Keimschäden begegnete er durch Konzentrationsänderungen seiner Beizen. Er kontrollierte das Saatgut anhand von Keimprüfungen auf angefeuchteten Flanellstückchen, ein charakteristisches Beispiel für sein erstaunlich hohes Experimentierniveau.

Aus einem Teil des Zahlenmaterials dieser Versuchsperiode wurde die folgende Tabelle zusammengestellt. Sie gibt manchen, auch für den heutigen Phytopathologen noch interessanten Einblick in Tillet's Ergebnisse. Ein Teil der Substanzen, zumal die Laugen aus Salzkrautasche und Weinsteinasche, wirkten, wie auch Tillet betont, erheblich keimschädigend.

	Ähren	gesund	krank
Brandiges Weizensaatgut (Winterweizen)	842	522	320
„ „ „ stark gewaschen	750	700	50
„ „ „ in Laugenw. gew.	671	670	1
„ „ „ benetzt m. Salpeters. 1:7 verd., gekalkt	720	720	0
„ „ „ benetzt m. Salzkrautaschenlauge, gekalkt	446	446	0
„ „ „ benetzt m. Weinsteinaschenlauge, gekalkt	618	618	0
„ „ „ benetzt m. Seesalzlake	754	748	6
„ „ „ benetzt m. gesättigter Salpeterlösung	818	818	0

	Ähren	gesund	krank
Reiner Lolch	209	209	0
„ „ infiziert m. Lolchsteinbrand	369	93	276
„ „ infiziert, benetzt m. Salzkrautlauge, gekalkt	265	265	0
„ „ infiziert, benetzt m. Salpeterlake, gekalkt	158	149	9
Brandiges Weizensaatgut (Winterweizen)	992	670	322
„ „ stark gewaschen	886	853	33
„ „ stark gewaschen, benetzt m. Laugenwass.	1024	1023	1
„ „ benetzt m. Salzkrautaschenlauge, gekalkt	442	442	0
„ „ benetzt m. Seesalzlösung, gekalkt	1042	1041	1
„ „ benetzt m. gesätt. Salpeterlösung gekalkt	909	909	0
Brandiges Weizensaatgut	1266	627	639
„ „ gewaschen m. verfaultem Kuhurin	982	978	4
„ „ gewaschen m. verfaultem Menschenurin	1053	1053	0
„ „ benetzt m. Salpetersäure (1:7), gekalkt	1165	1164	1
„ „ benetzt m. Lauge neuer Holzasche, gekalkt	952	950	2
„ „ m. Weinsteinaschenlauge, gekalkt	614	614	0

Kapitel VI.

Die Ergebnisse.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse, wie sie heute einer wissenschaftlichen Publikation angefügt zu werden pflegt, fehlt bei Tillet. Deshalb sei im folgenden versucht, die Resultate seiner Forschungen, Irriges ebenso wie Richtiges, systematisch geordnet, in der Ausdrucksform unserer Zeit, aber streng innerhalb der Begriffswelt und der Sinngebung Mathieu Tillet's zusammenzustellen.

A. Der Steinbrand in Frankreich.

1. Tillet gibt an, daß etwa ein Viertel der Weizenanbaufläche im Königreich Frankreich unter dem Weizensteinbrand («carie») leide. Die Ernte sei dadurch in diesen Gebieten um ein Drittel vermindert. Es gehe so dem Königreiche jährlich ungefähr ein Zwölftel der Weizenernte verloren.

B. Das Krankheitsbild.

2. Das den Weizensteinbrand kennzeichnende Krankheitsbild wird von Tillet auf Grund eigener Beobach-

tungen genauer als je zuvor beschrieben und von dem des Flugbrandes («charbon») grundsätzlich unterschieden. Die älteren Angaben über diese beiden Weizenkrankheiten erfahren damit wesentliche Ergänzungen und Berichtigungen.

Es ist nur zu bedauern, daß diese klaren Definitionen Tillet's und seine strenge Trennung von Flugbrand und Steinbrand nicht schneller Allgemeingut der Nationen wurden. Es hätte sonst nicht geschehen können, daß selbst bedeutendere Forscher noch bis weit in das XIX. Jahrhundert hinein die Lehre von der infektiösen Natur des Steinbrandes ablehnten, weil sie, Flugbrand und Steinbrand gleichsetzend, natürlich vergebliche Versuche unternahmen, mit den Sporen des Weizenflugbrandes Keimlingsinfektionen zu erreichen. z. B. Sprengel, 1835. Siehe Resultat 85. Kommentar.

3. Die Erkrankung an Weizensteinbrand wird durch Tillet zum ersten Male in ihrem symptomatischen Verlaufe von den ersten Anzeichen bis zur Vollendung sorgsam beobachtet und dargestellt.

Frühsymptome.

4. Die steinbrandkranke Pflanze weise schon bei einer Höhe von 4—5 Zoll die ersten deutlichen Zeichen der Krankheit auf, nämlich eine allgemeine Mattigkeit, besonders bei sonnigem Wetter, schmälere Blätter, eine beginnende blaugrüne Verfärbung der Pflanze sowie bald auch den so charakteristischen Fischgeruch.

5. Sommerweizen zeige die Frühsymptome eher als Winterweizen.

6. Tillet beobachtet, daß stets schon in den noch völlig geschlossenen, für Insekten, Tau und Regen unzugänglichen Blattscheiden brandige Ähren vorhanden sind und erkennt die Bedeutung dieser Tatsache für seinen Kampf gegen die herrschenden Brandtheorien seiner Zeit.

7. Er weist nach, daß als ausgesprochene Frühsymptome an den noch eingeschlossenen Jungähren zuerst ein auffallendes Vergilben der normaler Weise grünen Staubblätter, darauf ein frühzeitiges, fleckiges oder auch vollständiges Ergrünen des Fruchtknotens auftreten.

Wurzelsymptome.

8. Die Wurzeln kranker Pflanzen seien deutlich verändert, die Seitenwurzel- und Wurzelhaarbildung und damit die gesamte Wurzelmasse verringert. Zum Teil fehle die normale Rinde. Auch die Reißfestigkeit sei geschwächt.

Halmsymptome.

9. Die Blätter der Halme mit steinbrandkranken Ähren sind nach Tillet tief grün und tragen oft gelbe Flecken.

10. In den Halmen, die steinbrandkranke Ähren tragen, findet Tillet regelmäßig eine Art Verstopfung der Halmröhre kurz unterhalb der kranken Ähre durch eine markartige Substanz, die sich schon äußerlich beim Drücken dieses bei kranken Halmen stets etwas gebogenen Halmteiles zwischen den Fingern durch den gegenüber gesunden Halmen deutlich spürbaren Widerstand bemerkbar mache.

11. Bei der Ernte seien die kranken Halme regelmäßig bis zu 8 Zoll niedriger. Auf Versuchsparzellen erschienen sie im Vergleich zu gesunden wie abgemäht.

Die Angaben in Sorauer's Handbuch, W. Lang habe 1917 in seiner Arbeit „Über die Beeinflussung der Wirtspflanze durch *Tilletia tritici*" gezeigt, daß die erkrankten Pflanzen kleiner bleiben als die gesunden, bedarf gegenüber Tillet's Beobachtungen daher der Richtigstellung. (Siehe auch Sorauer p. 241). Neue Feststellungen brachten jene Arbeiten, die zeigen konnten, daß auch die Pflanzen mit latenter Infektion kleiner bleiben als die gesunden. In Resultat 11 ist diese Tatsache, von Tillet allerdings nicht bemerkt, ebenfalls enthalten. (Neuerdings Aamodt u. Mitarb. 1936).

12. Tillet bestätigt die älteren Angaben, daß sich auf dem gleichen Stock neben kranken auch gesunde Ähren finden.

13. Er beobachtet, daß später entstehende Seitentriebe eines Halmes, dessen Ähre brandig wird, nur völlig brandige, niemals gesunde Ähren hervorbringen.

Gelegentlich weist Tillet auch auf die kräftige Bestockung steinbrandkranker Pflanzen hin. (Vergl. hierzu Sampson K. and Davis, D. W. «The influence of Tilletia tritici . . .» Ann. of Applied Biology, 1927, 14, p. 83—104).

Ährensymptome.

14. Bei genauer Untersuchung der Ähren kranken Weizens findet er neben den Brandbutten auch einzelne gesunde, wohlausgebildete Körner, die, vorsichtig aus der Brandähre gelöst, normal keimen und völlig gesunde Pflanzen ergeben.

Solche gesunden Körner entwüchsen manchmal einem Stiel, an dem noch darunter ein kleineres Korn stehe, das völlig brandig sei.

15. Tillet beobachtet, daß sich die Spelzenanteile steinbrandkranker Ähren schon vor dem Abreifen auffällig weiß verfärben.

16. Die ganze Ähre sei weich, ohne innere Festigkeit.

17. Er beschreibt als Erster genau die rudimentäre Gestalt von Narben und Staubbeutel sowie die Verkürzung der Filamente.

18. Die kranken Ährchen kämen niemals zum Blühen. Sie schlügen spätestens kurz vor der Blütezeit des Weizens um.

Die kranke Frucht.

19. Tillet weist nach, daß die Brandbutten entgegen der Theorie Wolff's keine monströsen Formen zeigen. Sie seien lediglich schon anfangs deutlich größer und dicker als gesunde Körner desselben Alters und viel tiefer grün gefärbt.

20. Er bestätigt die Angaben Duhamel's, daß Brandbutten niemals keimen und zeigt, daß sie niemals keimen können, da der Inhalt ausschließlich aus Brandstaub besteht.

21. Er findet einige seltene Male in Brandähren äußerlich gesund erscheinende, normal keimfähige Körner, bei denen nur ein Teil des Endosperms brandig ist. Derartige Körner gäben stets brandige Pflanzen.

Auch die Brüder Tulasne berichten von derartigen Körnern. Der Embryo scheine anfangs gesund zu sein. Zillig teilt in Sorauer's Handbuch mit, Pape habe in einem einzigen Falle Weizenkörner gefunden, die teilweise von *Tilletia tritici* befallen waren. (0.1% Anteil der Körner-Ernte).

22. Im allgemeinen jedoch gäben keimfähige Körner aus Brandähren völlig gesunde Pflanzen.

Brandstaub.

23. Tillet vergleicht mikroskopisch Steinbrandstaub und Flugbrandstaub. Jede der beiden Brandstaubarten setze sich stets aus gleichgroßen Teilchen zusammen. (!) Der Staub des Steinbrandes habe jedoch größere Teilchen als der des Flugbrandes und stinke abstoßend wie eine Art Pesthauch (!).

24. Tillet weist auf die Ähnlichkeit des Staubes in den Brandbutten mit dem Staube in dem Pilz *Lycoperdon bovista* hin.

Die so wesentliche Angabe Petro Antonio Micheli's (1679—1737) in seinem 1728 in Florenz erschienenen Werke «Nova plantarum genera, juxta Tournefortii methodum disposita...», das Innere des Pilzes *Lycoperdon bovista* wandele sich in einen fast unsichtbar feinen Samen um, ist Tillet leider unbekannt geblieben. Dieser Micheli hatte auch das Keimen von Pilzsporen bereits beobachtet.

Der Vergleich zwischen Brand und *Lycoperdon* wurde an sich schon vor Tillet gezogen, z. B. von Camerarius-Planer.

25. Er findet schließlich, wenn auch äußerst selten, Steinbrandbutten in flugbrandkranken Weizenähren.

Nach den Angaben im Sorauer'schen Handbuch sind die Fälle, in denen sich mehrere Brandpilze gleichzeitig auf einer Nährpflanze befinden, selten. Erwähnt werden u. a. *Tilletia tritici* und *Tilletia foetens* in einer Weizenähre.

C. Die Namengebung.

26. Tillet stellt im Anschluß an diese grundlegenden Beobachtungen die völlig verwirrte und verwirrende Namengebung seiner Zeit für die Getreidekrankheiten fest und wählt auf Grund seiner sorgsamen Analysen die noch heute in Frankreich gültigen Bezeichnungen.

D. Die Unzulänglichkeit bestehender Theorien.

27. Tillet stellt den bestehenden zahlreichen Theorien über die Ursachen der Getreidekrankheiten, vornehmlich des Brandes, Tatsachen gegenüber, die sich mit ihnen nicht vereinigen lassen oder ihnen direkt widersprechen. Er bezweifelt auf Grund der aufgedeckten Mängel und Widersprüche die Gültigkeit jener Theorien. Ihre Behauptungen und Erklärungsversuche widerlegt er durch präzise Beobachtungen und exakte Experimente.

28. So beweist er experimentell, daß weder hitzige Dünger noch übermäßige Bodenfeuchtigkeit im Stande sind, Brand zu erzeugen.

Hinsichtlich der alten Angaben über äußere Einflüsse des Bodens und Klimas auf die Pflanzenkrankheiten gewinnt eine gerechtere Würdigung dieser Beobachtungen langsam an Boden. Interessant sind in diesem Zusammenhange die modernen Arbeiten über Saatzeit und Brandbefall., ferner solche wie die Iwanoffs, der feststellte, daß in Transkaukasien auf im Tale gelegenen, gut bewässerten Feldern ein Befall von ca. 20% und 70 m höher bei ebenfalls noch guter Bewässerung von 4%, und bei 200 m höherer Lage von nur 0.3% zu finden sei. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1903, 13). —

Die Geschlossenheit und Konsequenz der alten Naturbetrachtung vor der Kenntnis von den Parasiten ist besonders deutlich in dem geschichtlichen Verlaufe der Getreiderostforschung zu erkennen.

E. Die wahre Ursache.

29. Nach Tillet's Anschauung ist der Weizensteinbrand ein im Innern der Pflanze verlaufender Krankheitsprozeß, dessen eigentliche Ursache (Causa causae) noch ebenso unbekannt sei wie die der Lues und anderer Infektionskrankheiten bei Mensch und Tier.

« . . . m'ont fait conclure que la maladie du charbon ainsi que celle de la carie, sont absolument intérieures; que lorsque l'épi sort du foureau ou le mal est déjà consommé dans toute l'étendue qu'il doit avoir ou il parvient peu à peu à son dernier dégré dans l'épi exposé à l'air, sans qu'aucune cause extérieure y contribue.»

30. Der Steinbrand entstehe nie spontan, sondern ausschließlich durch Ansteckung.

31. Eine direkte Ansteckung zwischen Weizenpflanzen findet nach seinen Beobachtungen niemals statt, auch kein Übergreifen der Krankheit innerhalb

des Bodens von Stock zu Stock. Die Krankheit überschreite niemals die ihr durch das Experiment gezogenen Grenzen.

32. Diese Ansteckung nehme ihren Weg nur vom Brandkorn aus und gehe allein über keimkräftiges, gesundes Saatgut zu den jungen Ähren der nächsten Ernte.

Entdeckung der infektiösen Natur des Brandstaubes.

33. Überträger dieser Ansteckung sei unmittelbar und einzig der schwarze, stinkende Staub aus dem Innern der Brandbutten.

Der Deutsche C. F. Meyer[96] ließ 1752 in den Hannoverisch gelehrten Anzeigen eine kurze Mitteilung erscheinen: „Abhandlung von dem Brande im Getreide und den Mitteln, solchem zu wehren", die eine experimentell gewonnene Infektionslehre des Brandes enthält, die der Tillet's entspricht. Wir finden hier undeutliche Angaben über einige erfolgreiche Bebrandungsversuche an Weizen, Gerste und Roggen, auch an entspelzten, vorsichtig geschabten Haferkörnern. Eine Theorie, so sagt C. F. Meyer, die den Brand von Tierchen herleite „würde neumodiger klingen, allein meine Untersuchung saget mir davon nichts." Die Brandmaterie sei höchst ansteckend, beizend und giftig. Sie verdürbe als corrosive, eine Gärung erzeugende, dem Sauerteig ähnliche Substanz den Saft des jungen Kornes. Als Beize empfiehlt er heißes Kalkablöschwasser. Seine Veröffentlichung blieb, wohl infolge ihrer dürftigen Form und des aller wesentlichen Einzelheiten und Belege baren Inhaltes, selbst in Deutschland ohne Beachtung, obwohl Krünitz[78] in seiner Bibliographie der Brandliteratur aus dem Jahre 1775 Meyer's Publikation mit aufführt. Auch Woolman und Humphrey erwähnen seine Infektionslehre, ohne allerdings anzugeben, daß Meyer sich auf Experimente stützt.

34. Nach Tillet's Anschauung enthält dieser Brandstaub ein Gift («venin contagieux», «virus», «levain (!) dangereux»), das in die gesunde Weizenpflanze übergeht und in den jungen Ähren wieder Steinbrand erzeugt. Über die Art des Giftes, den Hergang der Ansteckung und den innerlichen Verlauf der Erkrankung wolle er keine Theorien aufstellen.

Immerhin versucht Tillet, einiger theoretischer Schwierigkeiten durch Vergleich mit der Humanpathologie Herr zu werden. Wie kommt es, fragt er, daß die Wirkung des ansteckenden «Virus» im Habitus der kranken Pflanze kaum zu merken ist? Diese sei wohl oft etwas schlaffer, auch die blaugrüne Färbung verrate die Krankheit, aber das eigentliche Leiden werde allein in den Ähren sichtbar. Und wie komme es, daß ein krankes Saatkorn teils gesunde und teils kranke Ähren hervorbringe und sich in den Ähren neben kranken auch gesunde Körner fänden? Hier weist Tillet auf die Gicht hin, die meist in einem Teil der Gelenke in Erscheinung träte, obwohl der Krankheitsstoff überall in den Säften des Körpers verbreitet wäre.

Tillet's fortschrittliche Anschauung der Blütenorgane als Geschlechtsteile der Pflanze führte ihn auch zu einem Vergleich zwischen Brand und Lues venerea.

Über die Entstehung des Brandstaubes äußert sich Tillet nur flüchtig und nebensächlich. Er war allen gewagten Hypothesen durchaus abhold. Er meint lediglich, der Brandstaub könne aus Saftteilchen bestehen. Diese würden, anfänglich ungleich

groß, beim Durchgang durch die kleinen Fächer der Kanäle (Tüpfel) zerteilt, gewissermaßen gleichförmig gemahlen. Derart gleichgroß in seinen Teilchen bleibe der Saft des jungen unbefruchteten Kornes, bis die flüchtige Materie aus dem Pollen (Sperma-Vorstellung des Polleninhaltes) beim Befruchtungsakt in das Korn eindränge, sich an die gleichgroßen Teile des gleichsam mütterlichen Saftes anlege und diese in ungleichem Grade verdicke. Da aber beim Brande keine Befruchtung stattfände, blieben die Teilchen gleich groß.

Tillet mißt diesen Vorstellungen jedoch keine besondere Bedeutung bei. An ein Contagium animatum dachte Tillet offensichtlich nicht, eher an ein krankmachendes Miasma, augenscheinlich im Zusammenhang mit dem üblen, fischigen Geruch der Sporen.

35. Tillet stellt auf Grund seiner zahlreichen Versuche fest, daß der Steinbrand hauptsächlich durch die Aussaat von Körnern, die schon beim Dreschen mit Brandstaub befleckt wurden, verbreitet wird.

36. Der klebrige Staub der vom Dreschflegel zerschlagenen Brandbutte hefte sich an den Bart der gesunden Körner. Auch durch brandbeschmutzte Hände und Säcke könne der Staub auf das Saatgut übertragen werden.

37. Die Aussaat eines derartig bebrandeten Saatgutes führe nicht allein auf Weizenäckern, sondern ebenso auf Sandfeldern, ferner bei Aufzucht des Weizens in Gartenerde, Moos, Glasmehl, Gesteinsmehl und reinstem Flußsand (1774) mit Sicherheit zu steinbrandkranken Pflanzen.

Es ist leider im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich, über die problemreichen Vegetationsversuche Tillet's mit künstlichen Böden verschiedener Zusammensetzung, über seine Bodenanalysen, seine Experimente über Fruchtbarkeit und Erschöpfung der Böden, Einflüsse des Mergelns, Frost- und Dürreresistenz, wasseraufnehmende und wasserhaltende Kraft, Salzgehalt u. a. m., verbunden mit sorgsamen Beobachtungen über Auflauf, Wuchs, Bewurzelung, Bestockung, Ährenbildung und Ertrag in dreijährigen Gefäßdauerversuchen (über 40 Versuchsserien) eingehender zu berichten.

38. Neben der Verbreitung des Steinbrandes durch brandfleckiges Saatgut beobachtet Tillet Infektionen infolge Verwehungen des Brandstaubes vom Druschplatz auf die Felder durch den Wind.

39. Tillet zeigt in Freiland- und Gefäßversuchen, daß mit Brandstaub verseuchter Erdboden gesunde Weizensaat anzustecken vermag.

40. Er stellt fest, daß Mähen diese Krankheit nicht verbreite;

41. er beweist durch zahlreiche Versuche, daß die Stoppeln brandkranken Weizens, obwohl sich das aufgenommene Gift durch die Halme hindurch den Ähren mitteilt, nichts Ansteckendes enthalten,

42. daß ferner auch das gesamte Stroh nach vorsichtigem Abschneiden der brandigen Ähren unbedenklich untergepflügt werden kann.

43. Tillet zeigt, wie gefährlich dagegen brandstaubbeschmutztes Stroh, in den Acker gebracht, werden kann.

44. Tillet zeigt experimentell, daß gut gärender Stallmist, mit brandbeschmutztem Stroh gemischt, die Ansteckungsfähigkeit des auf dem Stroh befindlichen Brandstaubes zerstört,

45. daß jedoch zu trocken gehaltener Stallmist mit mangelhafter Gärung, besonders wenn er auch im Boden nicht genügend Feuchtigkeit aufnehmen kann, keinerlei zerstörende Wirkung auf den Brandstaub ausübt.

Experimenteller Beweis der infektiösen Natur des Brandstaubes.

46. Tillet zeigt in zahlreichen Feld-, Gartenbeet- und Gefäßversuchen, daß absichtliches Einpudern handausgemachter, im Kontrollversuch jeweils als gesund sich erweisender Weizenkörner mit Steinbrandstaub denselben qualitativen Infektionserfolg hat wie die ungewollte Bebrandung durch Drusch.

Tillet fand hiermit den experimentellen Fundamentalbeweis für die infektiöse Natur des Steinbrandstaubes.

«que la cause ordinaire, la source abondante des bleds cariés réside dans la poussiere des grains de bled corrompus; que le grain le plus sain, qu'on a noirci de cette poussiere, reçoit par une contagion rapide et une communication très-intime, le venin qu'elle renferme; qu'il le transmet aux grains dont il est l'origine; que ces grains, une fois infectés, se convertissent en poussiere noire et deviennent, pour d'autres, une cause de corruption ...»

Zeitpunkt der Ansteckung.

47. Er zeigte darüber hinaus auf dem Wege des Experimentes, daß das ruhende Weizenkorn den Krankheitsstoff nicht aufzunehmen vermag.

Dieses Ergebnis ist äußerst wichtig, birgt es doch das wissenschaftliche Fundament für die Beizung mit Chemikalien, die lediglich außen am Korn wirksam werden, in sich, wie schon Duhamel 1763 anläßlich einer Würdigung der Tillet'schen Entdeckung hervorhob.

48. daß ferner die junge Weizenpflanze von einem gewissen Entwicklungsstadium an gegen eine Infektion

widerstandsfähig geworden ist (Gefäßversuch mit Sporenaufschwemmungen).

«A mon grand étonnement aucun de ces pieds ne se ressentit d'un arrosement qui sembloit devoir porter l'infection partout et pouvoir même faire périr la plante. Le fait singulier prouve bien qu'il ne faut pas tirer légérement des inductions. Je comptois mes plantes perdues en les abreuvant ainsi d'une eau infectée et dont l'état de corruption n'étoit occasionné que par cette même poussiere si funeste au grain. Mais il est à présumer que les racines du bled, parvenues une fois à un certain point de vigueur, se défendent de la contagion du noir; tandis qu'il paroît qu'elles en sont succeptibles lorsqu'elles sont encore tendres et délicates.»

49. Nach Angabe Tillet's findet die Ansteckung nur an der keimenden Weizenpflanze statt.

Die empfänglichen Pflanzenteile.

50. Aufnahmefähig für den Krankheitsstoff seien auf Grund seiner Versuche die Keimwurzeln, das keimende Korn selbst und der junge Keim.

51. Tillet erkennt bereits klar, daß neben dem Faktor der Ansteckung auch der einer individuellen Disposition maßgebend ist („wie bei Menschen zu Pestzeiten").

Äußere Einflüsse auf den Befall.

52. Durch Tiefsaat werde der Brandbefall (gemessen am Anteil der Brandähren) gegenüber Kontrollen mit normal tiefer Saat gesteigert.

So zeigte u. a. Moldenhauer 1927 für *Ustilago avenae*, daß der Keimling bei größerer Saattiefe länger anfällig bleibt und man dadurch höheren Befall erreicht.

53. Eine im Vergleich höhere Anzahl Brandähren auf gedüngten Versuchsparzellen beruhe auf der durch den Dung hervorgerufenen stärkeren Bestockung, nicht etwa auf branderzeugenden Eigenschaften des Düngers, (wie zu seiner Zeit und noch lange danach vermutet wurde.)

54. Versuche mit sehr naß gehaltenen Weizenpflanzen in Töpfen zeigen, daß Bodennässe nicht, wie Tull behaupte, Ursache des Brandes sei und daß sie auch keinen entscheidenden Einfluß auf den Ausbruch der Erkrankung habe.

Nach neueren Untersuchungen drückt hohe Bodennässe sogar den Brandbefall (0_2-Mangel der Sporen).

Einfluß der Bebrandung auf den Befall.

55. Ein erhöhter Anteil an Brandähren lasse sich durch graduell stärkere Bebrandung erzielen.

Quantitative Versuche stellte 1921 Riehm an.

56. Daher sei, wie seine Versuche zeigten, ein Bebranden nach Anfeuchten der Körner mit Wasser wirksamer als trockenes Bebranden. Es bliebe mehr Brandstaub haften.

57. Bebranden nach Anfeuchten der Körner mit Leimlösungen erhöhe den Anteil Brandähren meist nicht in dem erwarteten Maße. Tillet deutet dieses Ergebnis als Folge zu dichten Abschlusses der Kornschale durch die Leimsubstanz.

58. Ein Feld, das nur brandige Ähren trägt, lasse sich auch durch stärkstes Bebranden nicht erzielen.

59. Tillet beobachtet, daß derartig hochgradige Bebrandung zu Zwergwuchs führe. (Vergl. Res. 11).

Weitere Eigenschaften des Brandstaubes.

60. Die Verbreitung des Steinbrandes werde begünstigt durch eine langwährende Bewahrung der Ansteckungskraft des Brandstaubes.

61. Tillet zeigt, daß Brandstaub, der ein Jahr lang trocken in den Butten aufbewahrt wird, seine Ansteckungskraft voll behält,

62. daß vierzehn Jahre lang ebenso aufbewahrter Brandstaub in seiner Ansteckungskraft erheblich abgenommen,

63. und daß siebzehn Jahre lang derart aufbewahrter Brandstaub seine Ansteckungskraft verloren hat. Mit zunehmendem Alter nehme also das Ansteckungsvermögen ab bis zum völligen Erliegen.

Woolman und Humphrey hatten 1924 festgestellt, daß *Tilletia*-Sporen zwölf Jahre und länger keimfähig bleiben. Sehr gründlich untersuchte Fischer erst 1936 diese Frage an Hand von Herbarmaterial. Fünfundzwanzig Jahre alte Sporen von *Tilletia laevis* zeigten noch 20% Keimfähigkeit[45].

64. Tillet bemerkt ausdrücklich, daß frischer Brandstaub von Pflanzen, die mit vierzehn Jahre altem Brandstaub angesteckt wurden, ein voll ansteckungsfähiger Brandstaub ist.

Diese Fragestellung ist sofort verständlich, wenn wir bedenken, welche Vorstellung Tillet von dem Contagium hatte.

65. Tillet weist nach, daß unreif gewonnener Brandstaub auch außerhalb der Pflanze zu normal ansteckungsfähigem Brandpulver heranreift.

66. Tillet gibt an, daß ein Einfluß trockener Wärme von 20, 40, 60 und 100° C die Ansteckungskraft des Steinbrandstaubes nicht zerstöre.

67. Bei den niedrigeren Wärmegraden seien niemals Lebewesen aus den Staubkügelchen geschlüpft, wie nach der Insektentheorie hätte erwartet werden müssen.

68. Die höheren Wärmegrade hätten, wenn die Brandstaubteilchen Eier wären, diese abtöten und also eine Ansteckung durch ausschlüpfende und in den Keimling eindringende Tierchen verhindern müssen.

Schindler (F.) stellte 1880 in seiner Arbeit „Über den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Keimfähigkeit der Steinbrandsporen" fest, daß trockene Brandsporen durch eine Temperatur von 65°, falls diese zwei Stunden lang einwirke, geschädigt würden. Erst Temperaturen von 95—100° töteten die Sporen. Tillet's Resultate sind dadurch zu erklären, daß er längstens 30 Minuten erhitzte und sich bei der höchsten Temperatur damit begnügte, sie gerade eben erreicht zu haben. So haben 100° wohl nur einige Minuten eingewirkt. Tillet's Temperaturmessungen sind ganz korrekt mit einem in den Brandstaub gesteckten Réaumur'schen Thermometer vorgenommen worden.

69. Tillet gibt einmal an, nach seinen Beobachtungen sei Brandstaub nicht gesundheitsschädlich.

F. Steinbrandvorkommen.

70. Sommerweizen erschien Tillet anfälliger gegenüber Steinbrand als Winterweizen. Er hatte ihn extrem früh gesät! Tillet bezweifelte später — mit Recht — die Allgemeingültigkeit seiner Beobachtung.

71. Grannenloser und begrannter Weizen seien entgegen anders lautenden Angaben (in der Theorie von Regen und Tautropfen als Brandursache — Bonnet) gleich anfällig für Steinbrand.

72. Grauer Weizen (bled de souris) und Wunderweizen seien anscheinend selbst gegenüber starkem Bebranden mit Steinbrandstaub des gewöhnlichen Weizens sehr widerstandsfähig.

Damit ist nicht der Schweizer Tscharner (1764, s. sp.), wie Sorauer's Handbuch angibt, sondern Tillet der Erste, der die verschiedene Anfälligkeit von Weizensorten gegenüber dem Steinbrande experimentell feststellte.

73. Der Staub des Weizensteinbrandes steckt, wie Tillet experimentell beweist, weder Gersten- noch Roggen- noch Haferkeimlinge an.

Eine Übertragung von *Tilletia tritici* auf Roggen ist unter bestimmten Voraussetzungen Appel und Gaßner gelungen.

74. Auf Gerste finde sich überhaupt kein Steinbrand.

75. Tillet berichtet über Steinbrand auf *Lolium temulentum* («Ivraie»). Im Gegensatz zum Weizen zeige der Lolch keine äußerlichen Symptome der Krankheit an Wurzel, Halm, Blatt und Ähre.

Es erscheint ziemlich sicher, daß Tillet mit «yvraie» («ivraie» und «ivroie») *Lolium* meint. In der zwar stilistisch vorzüglichen, aber doch manchen Fehler aufweisenden deutschen Tillet-Ausgabe ist «yvraie» mit Trespe übersetzt. *Bromus secalinus*, die Roggentrespe, heißt jedoch nach Hegi «seiglin». Die Brüder Tulasne halten Tillet's «ivraie» für *Lolium*. Tillet erwähnt einmal neben «ivraie» noch ein «gramen loliaceum» als etwas Anderes. Bei Tabernaemontan-Bauhin (1664, p. 550) heißt es: Lulch, Lolium, Yvraie, Gramen loliaceum spica longiore C. B.! Trespe und Walchtrespe in Sachsen! Weitzenwalch! Model[101] bezeichnet 1773 *Lolium temul.* mit Trespe.

76. Beim Steinbrand auf *Lolium* nehme der Inhalt der Brandbutten eine lichtere, aschenartige Färbung an im Gegensatz zu der schwarzen Färbung des Steinbrandstaubes bei Weizen.

«Je fis plus, j'observai avec soin la maladie principale de l'ivroie, frappé que j'étois de la conformité qu'elle a avec celle du froment, j'essayai de la faire naître dans cette premiere plante par la voie des poussieres.»

77. Tillet zeigt durch Infektionsversuche, daß auch der Steinbrand auf *Lolium* sich durch seinen Brandstaub auf dem Wege der Keimlingsansteckung verbreitet.

Lolch-Weizen — Weizen-Lolch.

78. Tillet hält es durch seine zahlreichen Versuche für gesichert, daß der Staub in den Butten des Lolchbrandes den Weizen auf dem Wege der Keimlingsinfektion anstecke, dort typischen Weizensteinbrand hervorrufend, (anomal spätes Auftreten der Symptome!)

79. daß jedoch auffallenderweise Weizensteinbrandstaub reziprok nicht im Stande sei, beim Lolch Steinbrand zu erzeugen. Er betont wiederholt das Erstaunliche, geradezu Bizarre dieses Phaenomens.

Ein Irrtum ist dem Amerikaner Bressman[30] unterlaufen. Anläßlich seiner experimentellen Untersuchungen über eine Ansteckung von *Lolium multiflor.* und *Lolium perenne* durch *Tilletia tritici* und *Tilletia laevis* schreibt er:

„At the time the above tests were conducted the writer was quite unaware of the fact that as long as 1754 Tillet conducted similar experiments in which he obtained positive results following the dusting of the seed Lolium sp. with spores of the bunt of wheat. ... He also obtained positive results following the inoculation of clean wheat seed with the spores of bunt obtained from Lolium."

Nur die letzte Feststellung ist richtig. Tillet's interessante Resultate, vielleicht mit der Form «*Tilletia Lolii*» gewonnen, bedürften also wohl einer Nachprüfung.

«Quelle bizarrerie» sagt Tillet. «La poussiere des grains d'Yvraie cariés est funeste à l'Yvraie même et au Froment; la poussiere des grains de Froment carié est redoutable pour le Froment, et n'a rien de nuisible pour l'Yvraie».

Natürliche Grenzen.

80. Eine natürliche Einschränkung seuchenhafter Steinbrandverbreitung sieht Tillet in der von ihm beobachteten Tatsache, daß an Steinbrand erkrankte Weizenpflanzen auffallend frostempfindlich seien und in härteren Wintern leicht eingingen. (desgl. bei *Lolium)*.

81. Düngemaßnahmen wären nicht im Stande, Brand zu verhüten.

Sorauer, Zillig: p. 234. „Über den Einfluß reichlicher Stallmistdüngung auf die dem Saatgut anhaftenden oder durch den Wind auf das Feld übertragenen Brandsporen liegen Untersuchungen nicht vor".

82. Die Erscheinung, daß Brandstaub mit zunehmendem Alter sein Ansteckungsvermögen verliere, lasse sich nicht auswerten, da die Keimkraft des Weizens ebenfalls erheblich abnähme.

83. Tillet stellt fest, daß in seinen Versuchen eine Ausheilung einmal an Steinbrand erkrankter Weizenpflanzen niemals stattgefunden habe, weder durch frühe Saat noch durch Kräftigung der Pflanze mittels Einzelsaat oder tieferem Einbringen. (Stärkere Wurzelbildung und Bestockung).

Das ist nur bedingt richtig. Es kann dadurch zu nur latenten Infektionen des vegetativen Teiles der Pflanze kommen, daß die Ähren durch sehr kräftiges und rasches Wachstum des Halmes dem Pilze gleichsam aus den Fängen wachsen. (Vergl. Result. 11).

G. Die Beizung.

84. Tillet erklärt auf Grund seiner systematischen, ausgedehnten und vieljährigen Beizversuche jene Ansicht vieler Theoretiker und praktischer Landwirte für falsch, die aussage, brandfleckiges Weizensaatgut könne unter keinen Umständen zur Saat verwendet werden, weil es infolge einer innerlichen Erkrankung, deren äußeres Symptom die Schwarzfleckigkeit sei, notwendigerweise und unabwendbar brandige Pflanzen erzeuge.

85. Der Weizensteinbrand lasse sich im Gegenteil durch Beizung, d. h. durch ein Unschädlichmachen des außen am Korne haftenden und es befleckenden Brandstaubes verhindern.

Sprengel[145] erklärte zwar 1835, der „Steinbrand" sei eine pilzparasitäre Erkrankung, glaubte jedoch noch, dieser Pilz säße in Form kleiner Keime latent in der Aleuronschicht fast aller Saatkörner und wachse nur bei bestimmten Bodenverhältnissen und atmosphärischen Zuständen zum Brandpilze heran. Die ein solches Heranwachsen hemmenden, die Keime jedoch nicht abtötenden Kupfersulfat- und Kalkbeizen drängen in das Innere des Kornes ein. Der Brandstaub sei der Rest des verfaulten Pilzes und nicht ansteckend, wie alle Versuche ergeben hätten. Sprengel warf Steinbrand und Flugbrand zusammen. Interessant sind seine Feststellungen über unterschiedliche Verträglichkeit der Kupfersulfatbeize in lehmigem Sand und humosem Moorboden.

Rezepte.

86. Unterstützt werde der Kampf gegen den Weizensteinbrand durch sorgfältige Auswahl des Saatgutes. Zwar seien die in sonst brandbuttenhaltigen Ähren anzutreffenden keimfähigen Körner, wie spezielle Versuche zeigten, meist gut. Trotzdem sei von Saatgut aus brandigen Ähren abzuraten, da es vom Landmanne nicht brandstaubfrei gewonnen werden könne. (experimentell belegt).

87. Dung sei kein Mittel gegen Steinbrand (Vergl. 81).

88. Sorgsames Waschen des Saatgutes in Wasser sei zwar auf jeden Fall gut, aber für sich allein eine ungenügende Maßnahme.

An der pazif. Küste von Nordamerika wird der Weizen maschinell gewaschen (mit Wasser). Dadurch wird ein erheblicher Teil der Brandsporen entfernt. (Sorauer).

89. Tillet prüft eine große Anzahl Ingredienzien auf ihre Wirkung als Beizmittel in Gefäß-, Beet- und Feldversuchen und stellt Beizrezepte auf. (Benetzungsbeizen und Naßbeizen).

90. Für das Naßbeizverfahren schreibt er das Abschöpfen der Brandbutten vor.

Keinesfalls hat dies zum ersten Male, wie angegeben wird, Schultheß empfohlen. Diese Vorschrift ist höchstwahrscheinlich bereits sehr alt. Jedenfalls findet sie sich schon in der Literatur des XVII. Jahrhunderts.

91. Tillet beobachtet, daß eine Anzahl Beizen bei Sommerweizen schlechter wirken als bei Winterweizen.

92. Die besten dieser Rezepte ergäben Beizmittel, die auch ohne vorheriges Waschen des Saatgutes selbst bei absichtlich stark bebrandetem Saatgut noch genügende Wirkung entfalten würden.

«. . . . . les préparations dont j'ai fait usage ont garanti le grain le plus infecté de l'effet de la contagion, et que le succès de ces préparations a été d'autant plus décidé, que le grain en les recevant, conservoit toujours la grande quantité de noir dont on l'avait sali».

Nutzen.

93. Tillet betont neben der Wirksamkeit besonders die Wirtschaftlichkeit und handliche Anwendung der von ihm erprobten und empfohlenen Beizmittel.

94. Gebeiztes Korn könne zwei Monate ohne Schaden lagern. Man könne daher unabhängig vom Aussaattermin beizen.

95. Die Beizung bedeute nicht nur Brandschutz, sondern oft auch Wuchsförderung.

« . . . le reméde produisit un double effet: il préserva le bled de la maladie contagieuse, et lui procura une entiere végétation.»

Neuere russische Arbeiten geben wieder an, daß ein Einweichen des Saatgutes in Salzlösungen eine Erhöhung der Wachstumsenergie und Ernteteigerungen hervorrufe. Damit leben die alten Versuche über die Samendüngung, die schon im XVII. Jahrhundert auftraten und im XVIII. Jahrhundert zu einer eigenen Literatur Anlaß gaben (Zeiger, Kühnhold), wieder auf. Auch die Stimulations-Literatur von und um Popoff und seine Schule gehört hierher.

Lolchsteinbrandbekämpfung.

96. Der Steinbrand des Lolches lasse sich genau ebenso durch Beizung bekämpfen.

Grenzen und Gefahren der Beizung.

97. Tillet berichtet, daß bei starkem Bebranden seine Beizmittel nicht restlos den Steinbrand beseitigen könnten. Es werde aber wohl keinem Landwirt je einfallen, seine Saat erst einmal künstlich zu bebranden und erst dann zu beizen.

98. Einen geringen Schutz böten die Beizmittel auch noch gegen Nachinfektion des gebeizten Saatgutes durch brandstaubverschmutzte Säcke und dergl.

Schon im XVII. Jahrhundert, wahrscheinlich aber seit ältesten Zeiten, war bekannt, daß der Gebrauch ungewaschener Mehlsäcke für das Weizensaatgut zu Brandansteckung führe. (Siehe Becher, Kluger Hausvater)[18].

99. Gegen Infektionen des Keimlings durch brandstaubverseuchte Erde helfe die von ihm empfohlene Beizung nicht.

100. Bei den schon genannten Körnern, deren Endosperm teilweise von Steinbrand angegriffen sei (siehe Result. 21), helfe ebenfalls die Beizung nicht.

101. Man müsse daher nach Beizmitteln suchen, deren Wirkung sich durch die Kornschale hindurch in das Innere des Kornes erstrecke, ohne den Keim zu schädigen.

102. Eine Anzahl der empfohlenen Beizmittel könnte bei zu starken Konzentrationen und zu hohen Wärmegraden (Naßbeizen) zu schweren Keimschädigungen führen. (Aschenlauge aus Salsola Kali und aus Weinstein.)

Keimprüfungen.

103. Tillet empfiehlt daher Keimprüfungen durch Auslegen gebeizter Körner auf angefeuchteten Flanell.

H. Beobachtungen über andere Getreidekrankheiten.

I. Flugbrand.

104. Tillet charakterisiert den Flugbrand in seinen Erscheinungsformen und seiner Bildung genau so richtig und sorgsam wie den Steinbrand.

Diese Krankheit «consiste dans la destruction presque entiere de l'épi, dont il ne reste que l'espéce de noyau, le long duquel étoient attachés les grains, et qui n'est plus qu'un composé de poussiere séche noire et de quelques filets blancs, sont restes des balles qui enveloppoient le grain, à la pointe des balles, et qui ont assez de consistance pour resister à la corruption. . . . . dans ces épis, envelopés encore du fourreau, on trouve quelquefois des grains cou-

Abb. 9. Darstellung des Haferflugbrandes. Kupferstich aus dem Werke Tessier's. 1783.

verts d'une peau blanche, très-mince, transparente et à peine formée. Les grains sont intérieurement noirs.»

105. Bei flugbrandkranken Ähren innerhalb der Blattscheide seien die einzelnen Körner anfangs von einem weißen, feinen Häutchen eingehüllt. Für das Endstadium der Krankheit sei im Gegensatz zum Steinbrand die völlige Zerstörung der Körner samt Hüllen bezeichnend.

106. Die Krankheitssymptome der Wurzeln flugbrandkranken Getreides entsprächen den beim Weizensteinbrand beobachteten.

107. Die flugbrandkranken Ähren fänden sich gleichfalls schon in den noch hermetisch verschlossenen Blattscheiden.

«... j'ai été assez heureux pour trouver des épis destinés à se convertir en charbon, quoique renfermés étroitement dans leur fourreau.»

108. Die Erkrankung der Ähren beginne mit dem Auftreten einer Art Schimmel. Die Ähre werde bald darauf weiß.

109. Auch vom Flugbrand gelte, daß später entstehende Seitenhalme eines flugbrandinfizierten Halmes stets brandig werden.

110. Die an Steinbrandhalmen beobachtete Verstopfung der Halmröhre mit einer markartigen Substanz fände sich auch beim Flugbrand.

111. In flugbrandkranken Ähren fände man sehr selten gesunde Körner, ferner sehr selten Steinbrandbutten und anscheinend nie Radekörner.

112. Flugbrand trete ohne jede Beziehung zu Steinbrand auf. — Damit stürzt Tillet die von Wolff, Duhamel u. a. vertretene Theorie, Steinbrand sei eine Vorstufe des Flugbrandes.

113. Mangelnder Reifezustand des Saatgutes, Bodenfeuchtigkeit (Topfversuche) und Düngung seien nicht die Ursachen des Flugbrandes und hätten auch keinen entscheidenden Einfluß auf den Ausbruch der Krankheit.

114. Tillet entdeckt, daß Flugbrand durch seine Beizmittel nicht bekämpfbar ist (Versuche mit Weizen- und Gerstenflugbrand).

115. Flugbrand fände sich weder auf Roggen noch auf *Lolium*, wohl aber auf den Wildgräsern

„Gramen avenaceum, elatius, juba longa splendente; Raji Synops. 260".
„Gramen arundinaceum, acerosa, gluma . . . Park."
„Bromus panicula patente, spiculis ovatis L. Flor. succ. 84."
„Milium vulgare."

116. In Infektionsversuchen mit Flugbrandstaub stellt Tillet fest, daß in keinem der folgenden von ihm geprüften Fälle eine Keimlingsinfektion zu erreichen war:

Weizenflugbrand — Weizen
Weizenflugbrand — Gerste
Gerstenflugbrand — Gerste
Gerstenflugbrand — Weizen
Gerstenflugbrand — Hafer
Haferflugbrand — Hafer
Haferflugbrand — Weizen.

II. Maisbrand.

117. Während der zusammen mit Duhamel du Monceau im Auftrage der französischen Regierung unternommenen entomologischen Untersuchungen über einen Weizenschädling im Gebiete von Angoumois in den Jahren 1760 und 1761 beobachtet, untersucht und beschreibt Tillet auch den Maisbrand.

In Sorauer's Handbuch wird angegeben, daß Maisbrand 1815 aus Frankreich, 1829 aus Österreich und 1833 aus Deutschland erstmals erwähnt werde. Die Kenntnis von dieser Maiskrankheit ist jedoch offensichtlich weit älter.

Abb. 10. Brandiger Maiskolben. Kupferstich aus dem Werke Imhof's. 1784.
„I. Spica feminea tota morbosa. II. Sectio verticalis intumescentiae seminis morbosi (ideal.) III. Semen morbosum. IV. Sectio transversalis utriusque glumae floris morbosae desuper visa."

118. Die Brandbeulen träten nicht allein an den männlichen und weiblichen Blüten, sondern auch an Halm und Blättern auf. Dadurch unterscheide sich diese Brandart ganz erheblich von den auf den übrigen Getreiden beobachteten Brandarten.

Aymen (1763) erklärte (s. später) den Beulenbrand durch den auszehrenden Einfluß des männlichen Blütenstandes auf den weiblichen. Schnitte man die männliche Ähre

sofort nach der Befruchtung ab, so könne man den Brand verhindern. Aymen kannte also Brandbeulen nur an den weiblichen Ähren.

119. Die Brandbeulen ähnelten in reifem Zustande sehr dem Pilze *Lycoperdon bovista.*

120. Anhaltspunkte dafür, daß Insekten diese Krankheit verursachen, hätten sich nicht ergeben.

121. Tillet stellt Versuche mit bebrandetem Maissaatgut in Gartenbeeten an. Sie bleiben ohne Infektionserfolg.

122. Er glaubt daher, annehmen zu müssen, daß der Brandstaub des Maises nicht ansteckend für Maiskeimlinge sei.

123. Er habe die Ursache dieser Krankheit nicht entdecken können.

124. Tillet meint, es könne sich um die Wirkung austretenden Säfteüberflusses handeln, da gerade die kräftigsten Pflanzen die stärksten Krankheitssymptome zeigten.

III. Mutterkorn.

125. Während der Untersuchungen über den Weizensteinbrand beobachtet Tillet auch das Auftreten von Mutterkorn an seinem Versuchsweizen.

126. Außer an Roggen und Weizen findet er Mutterkorn noch an Lolch und zwei anderen Wildgräsern.

(Lemonnier fand schon 1740 Ergot (Mutterkorn) auf Weizen.)

127. Tillet beobachtet am Lolch den Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Honigtautropfens und der Ausbildung des Mutterkorns.

128. Tillet lehnt die Theorien von Langius, Fagon und Dodart sowie die Angaben, Bodeneinflüsse verursachten das Mutterkorn, auf Grund seiner Beobachtungen ab.

129. Mutterkorn trete völlig unabhängig von den anderen Getreidekrankheiten, unabhängig auch von Düngung und Bodenfeuchtigkeit auf.

130. Versuche über eine Keimlingsinfektion mit reifem, pulverisiertem Secale cornutum an Roggen führten nicht zu Ansteckung.

131. Es beständen Beziehungen zwischen Mutterkorn und Insekten.

Diese richtige Beobachtung wurde jedoch von Tillet unter dem Einfluß der cecidologischen Forschungen Réaumur's falsch gedeutet. (Mutterkorn als Galle).

132. Untersuchungen an hunderten von reifen Mutterkörnern zeigen ihm in einigen Fällen sehr kleine Würmchen im Innern der Körner.

133. Er beobachtet, wie diese Würmchen allmählich das Mutterkorn aushöhlen und vergleicht ihre Tätigkeit mit der von Anobien im Holz.

134. Er verfolgt ihre Entwicklung bis zu kleinen, geflügelten Insekten von weiß- und bisamfarbenem Aussehen.

135. Tillet hält es für möglich, daß diese Insekten junge Getreidekörner anstechen, ihr Ei ablegen und einen gallenerzeugenden (!) Saft, durch den das spätere Mutterkorn seine Giftigkeit erhalte, in die Kornwunde ausscheiden.

Abb. 11. Mutterkorn an Weizen und Wildgräsern. Kupferstich aus dem Werke Tessier's. 1783.

136. Der Befund, daß nur wenige Körner diese Larven enthielten, mache jedoch seiner Erklärung große Schwierigkeiten. Vielleicht würde eine große Menge Roggenkörner durch das Insekt lediglich angestochen und mit der gallenerzeugenden Körperflüssigkeit beimpft ohne gleichzeitige Eiablage, vielleicht auch käme regelmäßig eine große Anzahl Eier um.

IV. Rost.

137. Der Rost ist nach Tillet eine von Brand und Mutterkorn scharf zu trennende Krankheit.

138. Tillet beobachtet die Rostpusteln unter dem Mikroskop und entdeckt die aufgeplatzte Epidermis der rostkranken Pflanze. Die Epidermis bedecke als feines Häutchen einen Teil des Roststaubes.

139. Die Theorien über den Rost, die angeben, Nebel und Sonnenstrahlen riefen ihn hervor sowie jene, die den Roststaub für Insekteneier ansähen, lehnt Tillet ab.

Abb. 12. Rost an Weizen. Kupferstich aus Tessier's Werk. 1783.

140. Auf Grund seiner eigenen Beobachtungen an den Rostpusteln nimmt Tillet an, Roststaub sei nicht etwas von außen auf die Pflanzen Gefallenes, sondern die Folgeerscheinung einer inneren Erkrankung, deren Ursache man noch nicht kenne.

141. Es scheine nach dem Aufplatzen der Epidermis Saft aus der Pflanze auszutreten, der sich an der Luft in Roststaub verwandele.

Tillet diskutiert sogar die Möglichkeit, jene Öffnungen in der Epidermis könnten durch äußere Einflüsse (scharfe Nebel) entstehen, scheint aber wenig geneigt, diesen Gedanken weiter zu verfolgen. Er sagt:

«Il ne seroit point étonnant sans doute, que certains brouillards, qu'on peut concevoir chargés de particules nitreuses et mordicantes, s'attachassent à la tige et aux feuilles délicates des Bleds encore sensiblement.»

Man habe jedoch wenig Anlaß, anzunehmen, daß nun der Roststaub eine der Pflanze fremde, von außen kommende Materie sei.

«Ne doit on pas présumer plutôt que les parties âcres de ces brouillards ont agi fortement sur la tige et les feuilles qu'elles en ont brisé la tissu dans quelques endroits, et ont occasionné l'extravasion d'un suc gras et oléagineux, qui s'est desséché peu à peu et s'est converti en une poussiere rouge-orangée.»

Derartige Vorstellungen über die Rostentstehung waren damals weitverbreitet. So heißt es in einer Dissertation von Ramazzini („De constitutione anni 1690 ac de rurali Epidemia") charakteristischerweise:

„ . . . . dum multa nitrosa et acida corpuscula a solo elata . . . . . salinis particulis . . . sociantur, quae simul in magno aeris receptaculo fermentata et exaltata . . . in liquorem coeant, qui postea sub forma roris deciduus, et plantis coloris sugillet . . ." „Praepollere itaque in rubigine acrimoniam acidam, et corrosivam haud absimilem . . . . . spiritibus nitri et vitrioli . . . .

V. «Bled avorté» — «Rachitisme».

Es handelt sich hier eindeutig um die Radekrankheit, also um *Tylenchus tritici*, und zwar um einen Befall ausschließlich durch Älchen, nicht um eine Mischinfektion von *Tilletia* und *Tylenchus*, wie sie Needham beobachtete. (Abges. v. Result. 150)

142. Von allen Weizenkrankheiten trete diese auf dem Felde zuerst in Erscheinung, hauptsächlich auf schweren Böden.

143. Die erkrankten Pflanzen entwickelten sich rascher als die gesunden und bestockten sich reicher.

144. Die ersten hervorkommenden Blätter seien welk und oft faulig. Auch der Stengelteil unter der Erde habe etwas von dieser Fäulnis an sich. Die Wurzeln seien verändert.

145. Die jungen Stengel seien erst gelblich und weich, würden dann später krumm, knotig, ohne festen Halt und blaugrün verfärbt. Ihre Blätter seien gern gerollt, auch schraubig gedreht; Stengel und Blätter oft mit ganz klaren Tröpfchen wie von ausgetretenem Saft bedeckt.

146. Die Staubbeutel seien zurückgebildet oder fehlten ganz.

147. Der Körneransatz sei vermindert, die vorhandenen Körner klein, dick, wie Erbsen geformt und sehr locker sitzend. Sie enthielten keinen Brandstaub, sondern eine weißliche, zähe Masse. Außen trügen sie 2—3 deutliche Punkte.

Die erbsenartigen Körner säßen oft zu dreien wie zusammengewachsen beieinander. Er habe daher anfangs geglaubt, hier die «monstra tricorporea» von Wolff vor sich zu haben.

148. Die Krankheit richte ebenso schweren Schaden an wie Steinbrand und Flugbrand. Viele kennten sie jedoch nicht und verwechselten die kranken

Körner mit den Samen der Rade. (Vergl. Philosophical Transactions, Royal Society. 5. XII. 1823.)

149. Es fänden sich auch bei dieser Krankheit sowohl gute als verdorbene Ähren auf einem Stock und auch gesunde und kranke Körner in einer Ähre.

150. Steinbrand und Rachitismus träten manchmal auch gemeinsam auf an einer Pflanze (vergl. Needham!).

Derartige Mischinfektionen sind auch aus der modernen Literatur bekannt. (Vergl. Sorauer. Maire: Bull. Soc. myc. Fr. 18. 1902.)

151. Die Spelzen kranker Ähren färben sich nach Tillet auffallend weiß bei der Reife.

152. Auf Grund der Beobachtungen aus dem Jahre 1752/53 nimmt Tillet an, daß Tierchen diese Krankheit verursachen.

Allgemein.

153. Nach Parmentier[115] stellte Tillet gegenüber den Behauptungen Aymen's fest, daß der Staub im Innern des Bovistes keinen Brand am Weizen hervorzurufen vermag.

154. Die von Tillet beobachteten verschiedenen Getreidekrankheiten sind nach seiner Ansicht jede für sich eine eigene Krankheitsspecies ohne Verbindung und Übergänge untereinander.

«Cependant je n'oserois encore regarder comme bien constante la liaison, l'identité secrette de ces trois maladies: Il s'y trouve même des variétés qui semblent leur assigner des classes totalement distinguées; et je suis très-assuré aujourd'hui par des expériences répétées, que ce qui est dans le Froment une source abondante de carie, n'y est point une cause d' avortement ou de charbon.»

Kapitel VII.

Tillet's Entdeckungen im Spiegel seiner Zeit.

Im Jahre 1847 erschien in Paris das in der Geschichte der Brandforschung klassische Werk: «Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Urédinées» der Brüder Tulasne[169]. Sie weisen immer wieder bei ihren Untersuchungen auf die Ergebnisse des Akademikers Tillet hin:

«En réservant le nom d'Ustilago pour l'Entophyte du Charbon et ses congénères, on pourrait donner aux champignons causant la Carie du Blé et du

Sorgho celui de Tilletia, et rappeler ainsi le nom d'un savant, dont les recherches sur la matière qui nous occupe, ont rendu de grands services à l'agriculture».

Hier also erfolgte jene Benennung des parasitären Weizensteinbrandpilzes, die sich gegenüber anderen Bezeichnungsversuchen mit Recht durchsetzte. Die Worte *Tilletia* und *Tilletiaceae* sind heute international bekannt.

Dieser historische Akt der Namengebung liegt nahezu 100 Jahre nach Tillet's erster Veröffentlichung. Das nun folgende Kapitel will versuchen, dem Schicksal, das die Tillet'schen Entdeckungen in Europa innerhalb dieses Zeitraumes von ca. 100 Jahren hatten, nachzuspüren.

I. Frankreich.

«Quel homme, dans aucun siècle, peut se vanter d'avoir travaillé plus utilement pour le bien de l'humanité» sagt schon 1755 der Berichterstatter des Blattes «Le Nouvelliste Oeconomique»[110]. Er schrieb ein mustergültiges Referat über Tillet's «Suite des expériences . . . .». Alles Wesentliche ist klar darin wiedergegeben. Nachdem er Tillet's „Streich" erzählt und ein Beizrezept wiedergegeben hat, spricht er den Wunsch aus, es möge nun noch ein Genie kommen, das auch den letzten Ursprung der Krankheit entdecke.

Das beste aller aufgefundenen Referate über Tillet enthält das «Journal des Sçavans» vom August 1755 auf 16 Seiten.[73] Tillet's, das Wohl der menschlichen Gesellschaft fördernde Arbeit habe mit Recht zu seinem Ruhme die Stimmen der Akademiemitglieder auf sich vereinigt. Möchten alle Akademien nur Arbeiten von solcher Bedeutung wie die Tillet's krönen. Ein ebenfalls gutes, sehr eingehendes Referat fand sich in den «Mémoires pour l'histoire des sciences et beaux arts», Paris 1755.[93] Hier lesen wir die noch immer gültige Feststellung: «Il faut lire tout l'Ouvrage de Mr. Tillet pour concevoir combien de soins et de peines lui a coûté une découverte si importante».

Niemals, solange die Akademien beständen, habe man eine trefflichere Preisaufgabe gestellt, äußert «Le Nouvelliste Oeconomique et Litteraire» A la Haye 1757.[110] Die Wertung Tillet's charakterisieren die Worte: «... citoyen qui outre la couronne Académique, mériteroit ainsi que Cérès, d'en recevoir une de chaque laboureur, formée des plus beaux et des plus purs de ses épis». Besonderen Wert legt der Referent auf Tillet's Vergleich des Steinbrandes mit der Lues. Über das Werk Tillet's referieren im Januar 1757 die «Memoires de Trevoux»[92]. Der Rezensent nimmt selbständig Stellung zu den einzelnen Versuchen und verrät einen kritischen Kopf. Er betont, daß eine Reihe von Beizmitteln recht erhebliche Keim-

schäden verursacht hätten. «Ainsi la méthode de cet observateur paroît victorieuse, de toutes les difficultés, que la force des préjugés et de la routine oppose presque toujours aux découvertes les plus utiles.»

Im Jahre 1763 erschien von Aymen: «Second Mémoire sur les maladies des Blés»[12]. Dieser Autor hatte schon 1760[11] eine Abhandlung über den Flugbrand veröffentlicht. Sie enthält u. a. die sorgfältige Beobachtung der Ent-

Abb. 13. Weizenflugbrand. Kupferstich aus dem Werke Tessier's. 1783.

wicklung des «Brandgeschwürs» am Embryoträger und an den Filamenten. Aymen lehnt alle Brandtheorien ab, um seine eigene über den Flugbrand an die Stelle zu setzen: «Tous les grains moisis qui levèrent eurent des épis niellés; ainsi j'eusse eu tout droit de conclurre que la moisissure des semences étoit la cause première de la nielle.» Durch solchen Fehler des Saatgutes werde die Gesamtdisposition der Pflanze verändert. Der die Blütenteile ernährende süße Saft stocke (!) im Embryoträger, verstopfe dort die Gefäße, überdehne sie, faule und gäbe so Anlaß zu einem Geschwür, das dann zu völligem Brandigwerden der ganzen Ähre führe. Die Arbeit Aymen's von 1763, in der er Til-

let zitiert, handelt hauptsächlich vom Steinbrand und Mutterkorn. Da er in den Steinbrandkörnern keine Keime mehr findet, schließt er: «d'où il est facile de conclurre sans se tromper, 1° que le charbon n'est autre chose qu'un grain qui n'est point fertilisé, 2° que la cause de cette monstruosité est le défaut de fécondation.» Das Ausbleiben der Befruchtung erklärt Aymen durch Fehlerhaftigkeit der Sexualorgane. Der Brandstaub, das typische Symptom der Krankheit, bestehe aus Saftteilchen, die schwarz würden.

Was Tillet an überragenden experimentellen Leistungen hervorbrachte, erkennt man gut im Vergleich mit den Versuchen Aymen's. Dieser fügt Tillet's große Entdeckungen nur als einen geringen Baustein in sein Hypothesengebäude ein. Tillet habe nur eine der vielen Ursachen, die zu dem branderzeugenden Ausfall der Befruchtung führten, gefunden. Kümmerlich und ungenau wiederholt Aymen Tillet's Versuche. Oft habe er Infektion erreicht, oft auch nicht. Ebenso sei es ihm mit Flugbrandstaub ergangen und mit dem Staube des Bovistes, der manchmal an Weizen Flugbrand hervorgerufen habe (!). «... d'où l'on doit conclurre que les poussières du blé corrompu ne produisent pas toûjours le charbon (hier: Steinbrand), qu'elles ne sont pas la cause générale et unique de cette maladie et qu'il doit y avoir quelqu'autre cause. En effet, qui a occasionné les premiers épis charbonnés?» Alle diese Brandstaubsorten sind nach Aymen veränderter Saft, Flugbrand und Steinbrand damit im Grunde nur Erscheinungsformen einer und derselben Krankheit. Die Angabe Aymen's über den Staub des Bovists prüfte Tillet experimentell nach und lehnte sie ab.

Beim Studium der Aymen'schen Veröffentlichungen erscheint es heute trotz mancher guten Beobachtungen schwer verständlich, daß man ihn damals und auch später noch mit Tillet in eine Reihe stellte.

Im Jahre 1763 erschien das Werk der landwirtschaftlichen Autorität Frankreichs, des Tillet befreundeten Duhamel du Monceau: «Eléments d'agriculture»[37]. Er stellt sich dort unter Ablehnung aller bisherigen Theorien auf Tillet's Seite. Wie wunderlich sei es doch, meint Duhamel, daß dieser Staub, ohne in das Korn zu dringen, dieses anstecke, noch erstaunlicher, daß diese Infektion nur die Geschlechtsorgane erfasse. «Quelque peu vraisemblable que cela parroisse, les expériences éxécutées par M. Tillet ne permettent pas d' en douter.» Tillet's Entdeckungen hätten nun eindeutig die Berechtigung und Notwendigkeit des Beizens nachgewiesen, zumal ja der Ansteckungsstoff nicht in das ruhende Korn eindringen könne, sondern erst im Boden bei der Keimung wirksam werde. «Quelle satisfaction pour un Citoyen, d'avoir fait une découverte aussi utile à une grande partie du genre humain ... ses re-

cherches nous fournissent des moyens, sinon anéantir entièrement cette maladie du moins de la diminuer considérablement». Trott, Gleichgültigkeit und die Lotterwirtschaft der Landleute würden allerdings die Auswertungen der Tillet'schen Entdeckungen erschweren.

Der bei der Systemliteratur bereits erwähnte Adanson lehnt 1763 in seinem Werke[4] «Familles des Plantes» die Ansichten Aymen's ab. Er folgt in seinen Angaben über den Steinbrand im wesentlichen Tillet.

Interessant ist die Einstellung einer damals viel gelesenen ökonomischen Enzyklopädie zu Tillet's Forschungen. Die zu Yverdon erschienene «Encyclopédie oeconomique» (1771), die auf eine andere von Chomel (1767) zurückgeht und ihrerseits wieder die Grundlage für die große und vortreffliche deutsche Enzyklopädie von Krünitz (ab 1773; s. später) bildete, legt besonderen Wert auf Tillet's Beizrezepte[39]. Sie spricht von ihm als einem «exact et laborieux observateur», dessen mit «scrupuleuse exactitude» angestellte Versuche hochberühmt seien. Tillet's Bezeichnungen «Carie» und «Charbon» macht sie sich wenigstens in einem Teil der Artikel zu eigen. In anderen herrscht noch das alte Namenchaos.

In den 1775 erschienenen «Observations sur la physique...»[130] des Abbé François de Rozier (1734—1793. Opfer der Revolution) fand sich von Roffredi (1745?—1801) eine Arbeit über die Radekrankheit des Weizens. Er gibt hier eine noch primitive mikroskopische Abbildung von *Tylenchus* und berichtet, daß er Tillet's Angaben über die Radekrankheit ebenso wie die über den Brand auf Grund eigener Versuche bestätigen könne. Der Brandstaub sei zwar eine der Hauptursachen des Steinbrandes, aber nicht die einzige. Wie könne es sonst kommen, daß man trotz starken Bebrandens niemals einen Befall aller Ähren erreichen könne. (!)

Ein Meilenstein auf dem langen Wege der Tilletiaforschung trägt den Namen des Abbé Tessier (Docteur-Régent de la Faculté de Médecine de Paris, 1741—1837). Sein 1783 erschienenes umfangreiches Werk «Traité des maladies des grains»[151] mit sehr schönen Kupfertafeln der Getreidekrankheiten ist die zweite bedeutende Leistung auf dem Gebiete der Brandforschung. Tessier's Name hat sogar später, ganz mit Unrecht, den Tillet's verdunkelt. Tessier reicht weder in der Klarheit der Gedanken noch experimentell an Tillet heran. Das ganze Werk ist charakterisiert durch eine edle wissenschaftliche Bescheidenheit. Auf Schritt und Tritt begegnet uns Tillet als «observateur éclairé», auf dessen Feststellungen Tessier allerorts aufbaut. Seine umfangreichen, aber meist primitiven und wenig durchdachten Versuche über Mutterkorn und die z. T. schon erwähnten Rostversuche (Rost

als Folge einer Transpirationshemmung) mit einer Korrespondenz zwischen ihm und Tillet können hier nicht geschildert werden. Für eine Geschichte der Phytopathologie ist Tessier's Werk eine reiche Quelle.

In dem Kapitel über Steinbrand, den er nach Tillet «Carie» nennt, sagt Tessier: «M. Tillet se livra à l'étude approfondi de cette matiere, avec zèle, exactitude et scrupule; qualité si nécessaires dans les sciences qui intéressent la vie ou la fortune des hommes». Vor Tillet habe ein wahres Chaos der Begriffe und Vorstellungen geherrscht, in die jener ordnend eingegriffen habe. Tessier betont, daß seine nur ergänzenden Feststellungen auf denen seines Vorgängers basierten, daß diesem, nicht ihm die Krone des Ruhmes gebühre. Er versichert uns allerdings, daß er erfolgreiche Infektionsversuche schon vor seiner Kenntnis des Tillet'schen Werkes vorgenommen habe. Am Schlusse erwähnt er die Anschauung Bernard de Jussieu's und Adanson's, die den Steinbrand zu den durch Pilze verursachten Krankheiten zählten. Leider fand sich von Tillet's Seite keine Äußerung zu dieser wichtigen Hypothese. Tessier entscheidet sich nicht klar. Er analysierte in der Annahme, eine nicht belebte Ansteckungsmaterie vor sich zu haben, Steinbrandstaub und prüfte Extrakt und Destillat auf ihre pathogenen Wirkungen. Die Versuchsanordnung und die angeblichen Resultate sind allerdings unmöglich. Durch lokale Applikation von Brandpulver an Spitze, Basis und Furche des Weizenkornes suchte er in zahlreichen Versuchen den Infektionsort zu ermitteln. Bebrandung über dem Keim an der Basis ergab den besten Ansteckungserfolg. In einem einigermaßen exakten Versuch stellt er die verzögernde Wirkung des Brandpulvers auf den Keimvorgang des Weizens fest.

Bei Tessier finden wir das vielleicht erste Handelsbeizmittel erwähnt, ein von «Valière et Co.» angepriesenes «Poudre pour la végétation». Die Zusammensetzung sei geheim gehalten worden. Der Hauptbestandteil sei wohl Arsenik gewesen. Die als sehr gut bezeichnete Wirkung der Beizen nach Tillet's Rezept führt Tessier auf eine Verbesserung des Wascheffektes zurück. Infolge Verseifung des klebrigen Öles, das die Sporen enthielten und aussonderten, würden sie sich leichter vom Korne lösen lassen. Diese Deutung lag jedoch keineswegs im Sinne Tillet's und seiner Ergebnisse. (Vergl. S. 92).

Wie schnell sich die Lehre von der Contagiosität des Brandes und der Notwendigkeit des Beizens von Tillet ab in Frankreich weiterentwickelte, zeigt eine amtliche Instruktion für Landwirte aus dem Jahre IX der französischen Republik (1801), veröffentlicht in den «Mémoires publiés par la Société d'Agriculture du Département de la Seine». Tom. I.[91] Der Regierungskommission gehörte Parmentier als

Generalinspektor des Medizinalwesens an. Die Ernten des Jahres VI (1798) seien schwer von Steinbrand getroffen worden. Die Ursache sei noch unbekannt. Seit Tillet wisse man, daß der Brandstaub anstecke. Der Brand verschwände vom Boden Frankreichs, wenn nicht Vorurteile und Engstirnigkeit die Landwirtschaft beherrschten. «... on aime mieux pouvoir accuser les météores que d'avoir à s'accuser soi même; mais l'homme propage la carie plus que la nature». Strafbare Unklugheit habe zu Kupfer und Arsen als Beizmitteln gegriffen. Das sei durch ein Gesetz schon im Jahre 1786 verboten worden (!).

Mit Prévost (1755—1819) wollen wir diese Reihe beschließen. Die von ihm gemachte Beobachtung der Brandsporenkeimung und der sie hemmenden Wirkung des Kupfers, die ihn zum Kupfersulfat als Beizmittel führte, ist allgemein bekannt. Für ihn ist Mathieu Tillet der wichtigste seiner unmittelbaren Vorläufer.

«La cause de la carie est une plante miscroscopique qui s'insinnue dans la plante du blé, après sa germination végète avec elle...»[128]

Dieser Satz bezeichnet eine neue Epoche der Tilletiaforschung.

II. Deutschland.

Die Aufnahme der Tillet'schen Entdeckungen ist in Deutschland uneinheitlicher gewesen als in Frankreich. Neben vielem Mißverstehen finden wir auch sehr sorgsame Würdigungen, die von einem Verständnis für die Bedeutung Tillet's zeugen. Um so erstaunlicher ist es, daß trotz einer erheblichen Anzahl guter Referate, trotz der deutschen Ausgabe der beiden ersten Schriften Tillet's und trotz der Wiederentdeckung der Infektiosität durch von Gleichen-Rußworm die Erkenntnisse Tillet's zu Beginn des XIX. Jahrhunderts fast völlig vergessen waren. Die Wissenschaft an den Universitäten hatte sie nicht in dem Maße aufgegriffen wie in Frankreich. So wurde es möglich, daß in dem Protokoll[170] über die Sitzung der Sektion für Botanik, Land- und Forstwirtschaft bei der 23. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Nürnberg am 20. September 1845 anläßlich einer Besprechung über den Getreidebrand (den „Epiphyten Ustilago segetum"), bei der Prof. Unger aus Graz das Wort führte, weder der Name Tillet's noch der Prévost's enthalten ist. Bei der Diskussion der Ansteckungsfrage vertrat Unger auf Grund seiner Exanthemlehre einen jegliche Ansteckung von außen kraß ablehnenden Standpunkt. Die Pilzsporen seien zu groß, um z. B. durch die Spaltöffnungen in die Pflanze dringen zu können. Präsident Dr. von Martius, ein Anhänger der Infektionslehre, meinte, nicht die sogenannte Spore, sondern ein schwer zu beobachtender, sie umhüllender Schleim sei der Träger der Ansteckung.

„Aus diesen Erörterungen", so heißt es im Protokoll, „habe sich herausgestellt, daß die Naturgeschichte der Epiphyten noch immer in großes Dunkel gehüllt sey", dessen Aufklärung nicht nur im Interesse der Wissenschaft, sondern noch mehr in dem der Agrikultur und des gesamten Vaterlandes liege. Eine Kommission aus Mohl-Tübingen, Schleiden-Jena und Unger-Graz wurde mit der Klärung der Brandfrage betraut. Tillet und sein Werk waren vergessen.

Unger[171] faßte in seinem 1833 zu Wien erschienenen Werk „Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse pathogenetisch und nosographisch dargestellt..." die von Tillet bekämpften Anschauungen der Antike, der Renaissance und des XVIII. Jahrhunderts über die Ursachen des Brandes im Korn noch einmal zu einem konsequenten, wohl durchdachten Lehrgebäude zusammen. Unger, einer der bedeutendsten Klassiker der Phytopathologie, ist damit der letzte große Gegner der Infektionslehre des Brandes geworden. Tillet's Werk kannte er nicht mehr. Er zitiert neben Prévost nur Epigonen Tillet's als Bekenner der Infektionslehre. Unger tut diese Lehre kurz ab. Seine eigene Theorie von den durch „generatio originaria sive aequivoca" entstandenen Afterorganismen sieht die Brandsporen als nutzlose Eiterbildungen an, die nur mit dem Wesen der Contagien, nicht mit deren Funktion begabt seien. Die Pflanze werde krank durch Aufhebung des inneren Gleichgewichtes, veranlaßt durch äußere Einflüsse (Boden, Klima...!). Das bildende Leben der Pflanze, befreit von den inneren Regulierungen, forme neues Leben, eine zweite Genesis im Pflanzenleibe. Es komme infolge höherer Gesamtstimmung zu Abnormitäten der chemischen Vorgänge innerhalb des Nahrungssaftes, zu gesteigertem Bau- und Betriebsstoffwechsel; Exkretionsstoffe häuften sich infolge von Hemmungen im Verbrauch. Die Säftemengen stauten sich. Es trete eine Überschwängerung mit Bildungsstoffen ein. (!) Die Masse koaguliere, Gärungen träten auf. Die Zellen schieden die „Matrix" aus, die Ursubstanz des Afterorganismus, des Exanthems. Diese exkrete Masse offenbare ein höheres Organisationsbestreben, das zur Entstehung selbständiger Krankheits-Organismen, der Parasiten, führe. Nach Unger sind in diesem Sinne alle unsere Kulturpflanzen krank zu nennen (!). Eine Untersuchung über die Ungersche Exanthemlehre, ihre Quellen und Vorläufer soll Näheres über sein klassisches Werk bringen.

Die Wucht der experimentellen Beweise Tillet's hätte Unger in mancher Hinsicht erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Prévost's Entdeckung der Brandsporenkeimung war ihm noch kein Beweis für die Infektiosität slehre. Leider schreibt Unger noch, fast 100 Jahre nach Tillet, der schlagendste Beweis gegen die Ansteckungslehre seit die Tatsache, daß die Ähren schon in der

geschlossenen Blattscheide brandig seien. „Wie hätte hier wohl der Brandstaub durch alle Hüllen bis zum Samenkorne gelangen können?“

Mit Unger ist ein klarer Abschnitt innerhalb der Entwicklung der Brandforschung in Deutschland nach 1755 beendet. Wie war nun die Reaktion auf Tillet's Entdeckungen innerhalb dieses Abschnittes?

Die frühesten deutschen Besprechungen der Tillet'schen Preisschrift finden wir 1755 in den „Göttingischen Anzeigen[61] von gelehrten Sachen“, im gleichen Jahre (u. 1756) in den „Staats- und gelehrten Zeitungen[148] des Hamburgischen unparteyischen Correspondenten“ und 1756 in der Stuttgarter „Phisikalisch Öko-

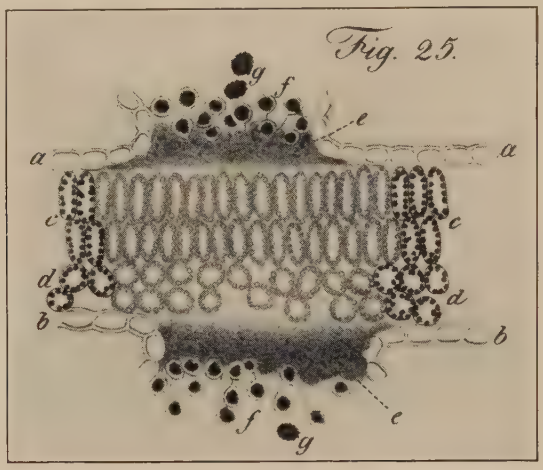


Abb. 14. Darstellung aus Unger's Werk. Afterorganismen, sich aus der Matrix bildend. (1833)

nomischen Wochenschrift“.[118] Die Göttinger Rezension ist voller Fehler und Mißverständnisse. Wenigstens wird die Infektiosität als erwiesen erachtet. Die Stuttgarter Besprechung, sonst ebenso gut wie die Hamburgische, in der die deutsche Ausgabe der Tillet'schen Schrift angekündigt wird, übersetzt leider „Carie“ mit „angefault“ und „Charbon“ mit „geröstet“.

Ohne Tillet direkt zu erwähnen, gibt der Berliner Botaniker Gleditsch[58] in seinen 1756 erschienenen Beobachtungen über Brand an, Vernunft und Versuch widerstrebten der Annahme, die toten, zerstörten Brandkörner würden in sich eine ansteckende Kraft bewahren. Wie könne etwas Totes gleichzeitig lebendig sein und Lebendes zeugen? Gleditsch ist einer von denen, die Flug- und Steinbrand nicht klar trennen. Danach sind auch seine Resultate. Einige Versuche sind immerhin interessant, so jene, von gut bestockten, brandigen Getreidepflanzen Absenker zu machen, um zu untersuchen, ob

das „ganze Mark" einer Brandähren tragenden Pflanze krank sei. Die Ursache des Brandes liegt nach Gleditsch in Säftestauung und -verderbnis. Beizen sei daher zwecklos.

Eine „vernichtende", unerfreuliche Kritik erfuhr Tillet, wie schon Woolman und Humphrey angeben, 1757 durch den Erlanger Professor D. G. Schreber[137], der die Preisschrift nur aus Rezensionen kannte. „Wo rührt denn aber dieser schwarze Staub her?", schreibt Schreber, „Das Übel kann doch nicht zugleich die Ursache des Übels sein!" Nach seiner Meinung entsteht Brand infolge unordentlicher Gärungen, verursacht durch alle möglichen äußeren Faktoren. Blühenden Unsinn bringen die „Gelehrten Nachrichten auf das Jahr 1757"[49], Rostock und Wismar. — Um so besser ist die Besprechung[61] in den „Göttingischen Anzeigen" vom 30. März 1758 über die „Précis des Expériences" von Tillet. Die Ergebnisse seien völlig überzeugend und verdienten einen Abdruck in mehreren Sprachen.

Im Jahre 1759 ergeht sich in den „Braunschweigischen Anzeigen" ein Anonymus[28] mit spitzem Gänsekiel über Tillet's Arbeit. Die Feldversuche verkleinert er zu Miniaturversuchen, spricht anzüglich von ökonomischen Regeln, die der Bibliothek, der Studierstube und dem Hausgarten entsprängen. Das Ergebnis langer Mühe sei ein neues Beizrezept. Er habe die Sache ohne jeden Erfolg nachgeprüft. Gegen dieses Elaborat wird aber unmittelbar darauf energisch und sarkastisch zugleich Einspruch erhoben. Die Abhandlung Tillet's sei nicht nur gekrönt worden, sondern habe im ganzen Lande Frankreich allgemeinen und reinen Beifall gefunden als vortreffliches Beispiel guter Methodik und „esprit de recherche". Tillet's Erfahrungen seien richtig, seine Mittel gut. Der König habe alles geprüft. Der Referent sei es Tillet und den Lesern schuldig, gegen diese oberflächliche Beurteilung einzusprechen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hier der spätere unbekannte Übersetzer des Tillet'schen Werkes zu uns spricht. Anzeichen, z. B. der Ausdruck „wurmstichichtes Korn" für „Bled carié" deuten darauf hin.

Das Jahr 1762 brachte eine im „Hamburgischen Magazin" erscheinende Übersetzung: „Josef Benevenuti, der Arztneygelahrtheit Docktors in Lucca Abhandlung von den Ursachen des Brandes (Rostes) im Getreide und den Mitteln dagegen." Benevenuti[21] ist Verfechter einer Brandtheorie, die scharfe Salze enthaltenden fressenden Tau als Krankheitsursache betrachtet. Interessant ist die Schrift erst durch die gute Bibliographie, die der anonyme Übersetzer anfügt. Über Tillet sagt er allerdings: „Herr Tillet hat in dem Stechen gewisser Insekten die wahre Ursache einiger von den Krankheiten gefunden, die das Korn angreifen."

1765 referieren die „Gieseschen Anzeigen" ein von der „Königlichen Buchdruckerey zu Paris herausgekommenes und auf Befehl des Ministers an

alle Intendanten in Frankreich zur weiteren Bekanntmachung ausgeteiltes Flugblatt, das als amtliche Beizverordnung auf Tillet's Entdeckung hinweist[52].

1768 erschien im „Hannoverschen Magazin" anscheinend von Joh. Beckmann eine Übersetzung von Tillet's Maisarbeit in Angoumois.[162] 1769 wendet sich Friedrich Moritz von Rohr,[131] der „Hausvater" und Herzögl. Württemberg. Oelsnische Regierungsrath in seinen „Ökonomischen Reliquien" mit guten Gründen gegen Münchhausen und Wolff, bringt allerlei interessante Brandtheorien, ferner eine Heißwasserbeize gegen Hirsebrand, gibt aber von Tillet an, dieser habe erwiesen, daß der Brand von Insekten herrühre.

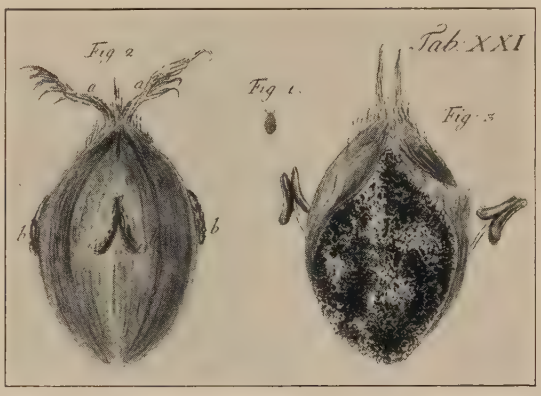


Abb. 15. Brandbutten. Kolor. Kupferstiche aus dem Werke von Gleichens. 1777.

Im 6. Bande (1775) seiner großen „Ökonomischen Enzyklopädie" behandelt Johann Georg Krünitz[78] in vorbildlicher Weise die Brandfrage. Er fordert das Experiment zur Klärung der Brandfrage, ist von dem Nutzen des Beizens überzeugt und schlägt, da ein Einzelner das Brandproblem nicht lösen könne, die Bildung landwirtschaftlicher Versuchsringe vor. Wenn er auch Tillet's Bedeutung nicht recht erfaßt, so gibt er doch einige Ergebnisse Tillet's richtig wieder. Zu anderen Brandtheorien nimmt er selbständig-kritisch Stellung. Eine Sammlung von Beizrezepten und eine sehr wertvolle, fast 100 Titel umfassende Bibliographie der Brandkrankheit des Getreides beschließt seine hochinteressante, umfangreiche Darstellung.

Im Jahre 1777 erschien in Nürnberg ein wundervolles Tafelwerk „Auserlesene mikroskopische Entdeckungen ..." von Wilh. Friedr. Freyherr von Gleichen, genannt Rußworm[60]. Der Verfasser, ein begabter Beobachter und Zeichner, verdient eine Monographie. Er fand, 22 Jahre nach Tillet, aber anscheinend ohne direkte Kenntnis der Versuche seines Vorgängers, selbständig

experimentelle Beweise für die Infektiosität des Brandstaubes. (Experimentelles Bebranden an drei Weizensorten. Ergebnisse in Tabellenform.) Scharf wendet er sich gegen Münchhausen und dessen „Nachbeter". Da er bekennt, anfangs ein Gegner der Ansteckungslehre des Brandes gewesen zu sein, scheint doch irgend eine Kunde von Tillet's Werk zu ihm gedrungen zu sein. Namentlich erwähnt er ihn nicht. Er zitiert jedoch das bereits erwähnte „Hamburger Magazin", Bd. 26, 1762, das Tillet falsch referiert[21] (s. o.) In seiner Infektionstheorie nimmt von Gleichen an, aus dem mit in die Erde gelangten Brandstaub gingen „corrosive, corrumpirte Säfte" in den Embryo des Saatkornes, verletzten die dort bereits vorhandenen männlichen Zeugungsgefäße in den embryonalen

Fig: 4.

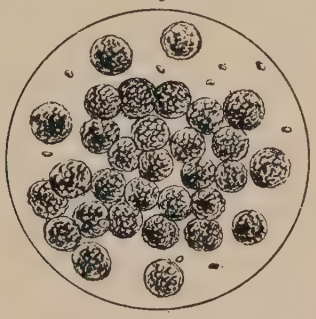


Abb. 16. Weizensteinbrandstaub. v. Gleichen. 1777.

Blütenanlagen und verhinderten so die Ausbildung des Pollens. Die männlichen Samensäfte strömten nun statt in den Pollen, um dort zu reifen, roh und unreif auf widernatürlichem Wege direkt in das Ei, dort eine verderbliche Gärung, den Brand, hervorrufend. Seine Versuche und theoretischen Erörterungen reichen nicht an die Tillet's heran, da er sich mit der Brandfrage nur neben sehr vielem Anderen befaßt. Um so anerkennenswerter erscheint der Erfolg. Er bildet auch Brandstaubteilchen recht gut ab. Man erkennt deutlich die netzartige Oberfläche der Sporen.

Ein bedeutsames Hemmnis für ein Eindringen der Tillet'schen Erkenntnisse in Deutschland war die Stellungnahme eines so maßgebenden Mannes wie des Göttinger Ökonomie-Professors Johann Beckmann[20] gegenüber der Infektionslehre des Brandes. Er gibt an mehreren Stellen seiner in 23 Bänden erschienenen „Physikalisch-ökonomischen Bibliothek", einer Sammlung kritischer Referate, an, eigene Versuche über die von Tillet behauptete Ansteckungsfähigkeit des Brandstaubes wären stets negativ verlaufen (1755, 1781, 1785).

Im Jahre 1784 erschien eine sehr gute, mit einer schönen Kupfertafel (s. Abb. 10.) geschmückte Dissertation unter Joh. Hermann über den Maisbrand von Franc. Jacob Imhof,[71] Argentorati „Zeae Maydis Morbus ad Ustilaginem vulgo relatus." Diese Arbeit basiert auf Tillet und gibt ebenfalls an, der Brandstaub des Mais sei nicht ansteckend. Imhof hatte, wie schon Tillet, Keimlings-Infektion versucht. Er nahm 2 Wochen lang täglich 2 Drachmen Maisbrandstaub in Wasser ein, um seine Unschädlichkeit zu prüfen. — Von Leonhardi[86] hören wir aus dem Jahre 1789, daß auch in Deutschland die Ansichten Tillet's, Duhamel's, Aymen's, Tessier's und Parmentier's unbegreiflicherweise weit verbreitet seien. Leonhardi wirft Steinbrand und Flugbrand zusammen und stellt eine Nebeltheorie des Brandes auf. 1790 finden wir noch in der von Krünitz herausgegebenen „Geschichte der Natur" von Martini[90] gute Angaben über Tillet. Der Historiker Rössig[134] erwähnt in seiner 1798 erschienenen „Geschichte der Ökonomie" Tillet, lehnt aber die Ansteckungslehre zu Gunsten seiner eigenen, die Brand als Fäulnis des milchreifen Korns „erklärt", ab.

Im Jahre 1817 erließ unter dem Einfluß der französischen Brandforschung die Königl. Regierung zu Breslau eine Bekanntmachung[77], die sorgsames Waschen des Saatgutes empfiehlt, da der Brandstaub sehr ansteckend sei. Tillet ist nicht mehr genannt.

In der von Elsner[102] aufgestellten und von Staatsrath Thaer gebilligten Disharmonienlehre des Brandes (1821) wird ohne jede Nennung Tillet's die Infektionslehre abgelehnt. Aus Säfteverderbnis entständen die manchmal vorhandenen Brandpilze.

Auch bei Meyen's (Professor in Berlin) umfassender, 1841 erschienener „Pflanzenpathologie, Lehre von dem kranken Leben und Bilden der Pflanze" fehlt Tillet's Name. Meyen[95] neigt zur Infektionslehre auf Grund der Versuche von Gleichen's, dessen Tabellen er wiedergibt. De Bary[15] schließlich, der zeigte, „daß die Brandpilze nicht aus dem Sekret kranker Zellen entstehen, daß sie nicht Folge, sondern Ursache pathologischer Prozesse sind", fiel in der Beurteilung Tillet's einem betrüblichen Irrtum zum Opfer. Er rechnet 1853 Tillet zu jenen Autoren, die Klima-Einflüsse und mangelnde Befruchtung für die Brandursachen gehalten hätten.

Von den nun folgenden Ländern wurden nur je einige wenige wichtige Quellen zur Geschichte der Tillet'schen Entdeckungen herangezogen.

III. Schweiz.

In der Schweiz waren 1747 in Zürich und 1758 in Bern ökonomische Gesellschaften ins Leben gerufen worden. In den Abhandlungen der Berner Gesellschaft veröffentlichte der Sekretär der ökonomischen Gesellschaft zu Rens, Stürler, mehrere vorzügliche Artikel über den Brand. Die Abhandlungen Tillet's, so schreibt er 1760, seien in der Schweiz allgemein bekannt.[149] Nach anfänglichen Zweifeln habe er sich durch Versuche von der Richtigkeit der Tillet'schen Infektionslehre überzeugt. Dieser tüchtige Ökonom unternahm an rotem und weißem Weizen und an Spelt sowohl Infektions- als Beizversuche. Er beobachtete, daß der Spelt sich infolge seiner eingehüllten Körner schlechter beizen lasse als Weizen, suchte und fand eine stärkere, wirksamere Spezialform des Tillet'schen Rezepts (stärkere Konzentration und höhere Temperatur). Die Berner Gesellschaft solle alles tun, um Tillet's Erkenntnisse in der ganzen Schweiz zu verbreiten. Die Bauern seien träge und die besseren Landwirte noch nicht überzeugt. In jedem Dorfe sei ein öffentlicher Anschlag zu machen. Die Pfarrherren sollten ihn bekannt machen. Schließlich sei in jedem Dorf ein Versuchsansteller zu wählen, der gleichzeitig für alle Anderen im Lohn beizen solle. Auch möge der Verleger des „hinkenden Bottes" in Bern die Beizvorschrift Tillet's in seinen Kalender aufnehmen.

Mit echt schweizerischer Deutlichkeit tut er jene ab, „die ohne einige Versuche gethan zu haben, behaupten: Der Brand sey eine zufällige Krankheit des Getreides, die durch weiß nicht was für einen Nebel verursacht werde, der vielleicht eher in ihrem gehirne seinen siz hat . . . . ."

Der oft zitierte Hans Heinrich Schulthess,[139] Quartierhauptmann zu Limmatburg, berichtet in den „Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich" 1761 über allerlei Beizrezepte. Einige werden besonders gelobt, andere nur kurz erwähnt. Unter diesen befindet sich auch ein Kupfersulphat-Rezept, mitgeteilt von Felix Burkhard aus Oberrieden, als in der Pfalz üblich. „Das vornehmste Werk", so schließt Schulthess, „das über diese wichtige Materie geschrieben worden, welches ich hiermit auch zum Lesen empfehle, ist des Herrn Tillet's Abhandlung . . ."

IV. England.

Schon mehrfach sind im Verlaufe dieser Darstellung Männer der englischen Nation zu Wort gekommen. Peter Freyherr von Hohenthal sagt 1769 in seinen „Ökonomischen Nachrichten", daß der englischen Nation der Vorzug in der Ökonomie gebühre[112].

John Mill's „System of practical husbandry" 1763[100], enthält eine vorzügliche Zusammenstellung der Ergebnisse Tillet's. Wie Mill selber angibt, basiert sein Werk jedoch auf den Erfahrungen der Franzosen. Ein eingehenderer Vergleich zeigte, daß er hauptsächlich Duhamel's Werk benutzt hat. Als eine streckenweise nahezu wortgetreue Übersetzung von Duhamel's „Elémens d'agriculture" 1763 erwies sich „The complete Farmer", London 1769[43]. Daher sind hier Tillet's Erkenntnisse voll übernommen. Interessant ist eine Ablehnung der Arsenbeize wegen der Gefahr einer Taubenvergiftung, die Empfehlung von „ M. Tillet's lye", sowie die Erwähnung von Tang-Asche als Beizmittel. Auch von den Versuchen Stephen Hales', die zeigten, daß der Dreschflegelschlag nicht imstande sei, Brand zu erzeugen, wird berichtet.

Im Jahre 1770 erschien von Arthur Young[176] (1741—1820), England's bedeutendstem landwirtschaftlichen Schriftsteller jener Zeit: „A course of Experimental Agriculture ... Two thousand original Experiments" London. Young erwähnt, er habe gesundes Saatgut „rubbed in the dust of burnt wheat, rubbed in the dust of smutted wheat . . . ". Alle Infektionsversuche verliefen negativ. So faßt Young zusammen: „The result of a great number of trials on bunt and smutty wheat gave little reason to think that the dust was the cause of either". — Tillet wird nicht genannt.

Weit Interessanteres bietet das 1815 erschienene Werk „On the husbandry of three celebrated British Farmers". (Sir John Sinclair (1754—1835), London)[142]: „Many enlightened naturalists", so heißt es dort, „have devoted their attention to ascertain the causes, that they may prevent the fatal effects. Among these, I ought particularly to mention Mr. Tillet, L'abbé Tessier and Mr. Benedict Prévost, whose works have thrown the greatest light upon a subject so interesting both in regard to agriculture, and the physiology of vegetables." An anderer Stelle nennt er Tillet, Tessier und Prévost die drei Menschenfreunde. Er bringt die Nachricht, daß die Landleute zwischen Gent und Antwerpen (Pays de Waes) schon lange vor Prévost durch eine Kupfer acetat-Harn-Beize den Steinbrand ohne Keimschädigungen völlig verhüteten. Das Rezept sei sehr alt, aber in anderen Ländern unbekannt, wie die Neuentdeckung der Kupferwirkung durch Prévost zeige, der ganz überrascht gewesen sei. Etwas einseitig wird dann angegeben, ein intelligenter Farmer in Derbyshire und jene Landleute von Waes seien Prévost „for ages" zuvorgekommen.

Schließlich sei hier noch John Donaldson[35] genannt, der 1833 in seiner Abhandlung über den Brand in Weizen in „The British Farmers Magazine" Tillet als den experimentellen Widerleger Tull's erwähnt. Donaldson gibt unter offenkundiger Benutzung des „Complete Farmer" eine gute histo-

rische Übersicht über ältere Brandtheorien und Infektionsversuche, besonders aus England, die zeigen, wie dringend eine eingehendere Bearbeitung der älteren englischen phytopathologischen Literatur ist. Donaldson bekennt sich zur Infektionslehre und empfiehlt eine Anzahl Beizrezepte, die u. a. Kupfersalze, Arsen, Alkaloide, Kalk und Urin enthalten. Zum Schluß gibt er von Versuchen in Northumberland, in denen gesundes Weizensaatgut bebrandet und nach verschiedenen Rezepten (As, $FeSO_4$, $CuSO_4$ u. a.) gebeizt wurde, recht gute Tabellen (Ährenzahlen). Eine in derselben Quellenschrift abgedruckte Mitteilung Fr. Bauer's über gelungene Infektionsversuche und über das Auffinden des Pilzes „*Uredo foetida*" in der Höhlung des Keimchens am 5. Juni 1806 enthält Tillet's Namen nicht mehr.

V. Dänemark.

Der schon erwähnte Verfasser eines phytopathologischen Systems (1774), der dänische Professor Johann Christian Fabricius (1745—1808), ein Schüler Linné's, schreibt in seinem: „Forsøg til en Afhandling om Planternes Sygdomme"[42] vom Brande: „er sei so sehr schwer zu bekämpfen, da er ansteckend sei „. . . da den efter de nyeste og tilforladeligste Erfahringer er smitsom. . . . Tillet pastaaer i en Afhandling, der har vundet den af det Franske Academie derpaa udsatte Priis, at Branden alene Kommer af Smitte". Flugbrand und Steinbrand unterscheidet Fabricius nicht scharf genug. Die Theorie Münchhausens veranlaßt ihn, rein theoretisch, über Tillet etwas hinauszugehen, wie bereits Gram[42] feststellte. Fabricius sagt, man könne den Brand am besten erklären, wenn man etwas Belebtes als Ursache ansehe. („. . . end naar vi antage noget organiseret for dens Aarsag".)

VI. Italien.

Aus der italienischen phytopathologischen Literatur wurde das Werk des Grafen Ginanni[53] „Delle malattie del grano in erba" Pesaro 1759, und das des Giovanni Targioni Tozzetti[168] „Alimurgia o sia modo di render meno gravi Le Carestie . . .", Firenze 1767, herangezogen. Beide Werke sind einer eingehenden Bearbeitung, zumal hinsichtlich einer Geschichte des Getreiderostes, wert. Beide Autoren weisen eine erstaunliche Literaturkenntnis auf; sie zitieren Tillet an zahlreichen Stellen voll hoher Achtung vor seinen Leistungen.

Ginanni arbeitete in Ravenna auch experimentell, doch reicht seine Versuchstechnik nicht an die Tillet's heran. Ein Vergleich zwischen einer Seite aus Ginannis Werk und einer von Tillet geschriebenen Seite zeigt die überragende Bedeutung des „diligentissimo egregio Signor Tillet" und seiner „famosa dissertazione".

Bei Ginanni spielen Vorstellungen von Klima-Einwirkungen, Säftestockung und Säfteverderbnis noch die Hauptrolle. Infektionsversuche in Tillet's Art ergaben bei ihm keine eindeutigen Resultate. So hält Ginanni Tillet's Infektionslehre nicht für allgemein gültig. Sicher sei der Brandstaub einer der Gründe der Brandkrankheit, aber nicht der Grund, nicht der entscheidende Faktor:

„Egli è per altro molto credibile, che qualche esterno agente possa alcuna volta il granellino in sì fatta maniera ...“

„Dove potrà convenirsi in qualche maniera col Signor Tillet, dicendo, che questo difetto organico spesso derivi dalla pravità di alcune particole della polvere del 'carbone' sparse sopra la scorza del grano, che lo penetra intimamente, o dal veleno della polvere medesima insinuato per le radici. Nè io saprei disdirlo, dopo le prove, ch'egli ci ha date della malignità contagiosa di queste polveri, e dopo le precauzioni, ch'egli ha prese per assicurarsene. Non può negarsi, che una tal polvere si attacchi a que'grani, ch'ella tocca, e che anche penetrar gli possa agevolmente.“

„ . . . il Sig. Tillet, dico, non approverà forse questa mia dichiarazione. Ma che ho io a dire per mia fe? A me certo non è riuscito in questo Territorio Ravennate di aver testimonianze, onde senza sospetto, e senza rimordimento potessi ammettere come generale il suo sistema. E mi si permetta una tale libertà ingenua per amore del vero, avendo sempre alta stima verso il saggio, e diligente autore di un'Opera, la quale, pel giudizio, che ne danno i dotti di Trevoux, si dee riputar la migliore, e la più metodica, che in questo genere sia uscita alle stampe. e che certamente dev'essere molto singolare, e ragguardevole, se ha meritato gli applausi, e il premio di un'Accademia sì celebre, com'è quella di Bordeaux. Le mie osservazioni, ed esperienze porteranno a far decidere, che alcuna volta almeno il grano carbone nasca indipendentemente dalla via contagiosa della polvere“. (p. 326—28.)

Tillet's Bedeutung erkennt Ginanni also durchaus an.

Auf Säftestauung weise auch die Größe der Brandbutten hin. Als bestes Bekämpfungsmittel empfiehlt Ginanni Trockenbeize mit Schwefelstaub, dann auch Arsen und „salmoja di canfora“. Ein Einfluß auf den Samen beim Beizen erscheint Ginanni noch wichtiger als die Zerstörung des Brandstaubes. Er gibt an, Steinbrand sei zuerst mit Pferdemist aus Deutschland in die Lombardei eingedrungen.

Von Tozzetti (1712—1783 Professor in Florenz), einem guten Beobachter, wird Tillet ebenso ausgiebig zitiert wie von Ginanni, hauptsächlich bei den Darlegungen über den Rost. Interessant ist, daß Tozzetti sowohl beim Steinbrand („Volpe del grano ... un formidabile flagello delle nostre campagne“.) wie auch beim Rost*) von einer „intiera pianta parasitica piccolissima“ spricht. Beim Steinbrand raube dieses parasitäre Pflänzchen die embryonale Nahrung: „... che la Volpe sia una pianticella parasitica ... succiando ed appropriandosi il nutrimento che doveva portarsi ad esso embrione“. Der Brandstaub habe unter dem Mikroskop eine ganz andere Wandskulptur gezeigt als

*) S. a. Felice Fontana: Osservazione sopra la ruggine del grano. Lucca 1767.

der dem stacheligen Malvaceenpollen ähnelnde Lycoperdonstaub. Über Tillet's Entdeckung urteilt er, von Ginanni beeinflußt: „Finalmente il Sig. Tillet fu di sentimento, che la polvere della Volpe produca e multiplichi essa malattia. ma il Conte Ginanni ci toglie questo sospetto colla scorta di concludenti osservazioni" (p. 342—346).

Dagegen brachte im Jahre 1771 das „Giornale d'Italia" zwei Beiträge des Professors für Agricultur zu Padua, Pietro Arduino, der die Entdeckungen des „Celebre M. Tillet dell' Accademia ... di Parigi" auf Grund zahlreicher Versuche in den Jahren 1767—69 voll bestätigt. An der Infektiosität der Krankheit und an der Wirkung der Beizmittel sei nun nicht mehr zu zweifeln[54].

*

In überraschender Vielfältigkeit breitet sich Tillet's wichtigstes Werk, seine Erforschung der Getreidekrankheiten, vor uns aus. Zahlreich sind die Probleme, die er sah und aufgriff, zahlreich auch die glücklichen Lösungen.

Bedeutsam ist, was er entdeckte, bedeutsamer noch, wie er seine Entdeckungen bewies. Rein experimentell stellt Tillet's Lebensarbeit etwas so Überragendes innerhalb der Phytopathologie dar, daß ihn weder seine Zeit noch die Nachwelt völlig verstand, am wenigsten außerhalb Frankreichs. Vielleicht verfiel er deshalb jener verwunderlichen Vergessenheit.

Tillet leitet in der Phytopathologie ebenso wie in der Getreidebrandforschung eine Epoche ein. Er steht an einer Zeitenwende, in der ein junges System der Naturanschauung ein alt gewordenes zu verdrängen beginnt. Buffon's Naturgeschichte als erhabener Versuch einer universellen Synthese und Tillet's Erforschung der Getreidekrankheiten, das Lebenswerk eines experimentierenden Analytikers — sie gehören beide dem gleichen Jahrhundert an, dem Jahrhundert der Revolution. In lebendigem Kampf lagen die Strömungen dieser Zeit. Vieles von diesem Ringen der Geister spiegelt sich in Tillet's Werk wieder. Es prägte seine Polemik gegen die Theorien des alten Systems.

Scharf sah er ihre Mängel, nur ihre Mängel. Wir sehen heute besser als er, auch die Konsequenz, die epidemiologische Ganzheitsbetrachtung, das gute Beobachten aller Abhängigkeiten im Naturgeschehen und das wertvolle spekulative Streben nach einem Erfassen des Kosmos, das diesem alten System zugrunde lag.

In unserer Epoche vollzieht sich wiederum ein Systemwechsel. Wir beginnen, unsere Kulturpflanzen, ihren Lebenskreis unter und über dem Erdboden, ihre Konstitution und ihre Krankheiten in ihren unendlich viel-

fältigen Beziehungen zu allem Sein und Geschehen bis herab zu den kleinsten Entitäten, gleichsam mit anderen Augen, zu sehen.

Die scheidende Epoche der Phytopathologie hat zu einer Summe wertvoller Erkenntnisse geführt. Wir dürfen heute dankbar zurückblicken auf den Mann, dessen Lebenswerk diese Epoche e i n l e i t e t e.

Anderen Wissensgebieten waren bereits geniale Experimentatoren erstanden. In der Phytopathologie jedoch war niemand vor Tillet, niemand neben ihm und innerhalb seines Jahrhunderts auch niemand nach ihm, der an ihn heranzureichen vermag.

So beginnt mit Mathieu Tillet die Geschichte der experimentellen Phytopathologie und so wurde er auch ihr erster und einer ihrer bedeutendsten K l a s s i k e r.

*

Z u s a m m e n f a s s u n g d e r E r g e b n i s s e.

Die vorliegende Arbeit stellt das geschichtlich wichtigste Werk des gelehrten französischen Oekonomen Mathieu Tillet: seine wertvollen und vielseitigen Forschungen auf dem Gebiete der Getreidekrankheiten im Rahmen seiner Zeit dar. Nach einer Charakteristik der für diese Untersuchung bearbeiteten Literatur wird das Leben und die Forscherpersönlichkeit Tillet's anhand der Überlieferungen zu schildern versucht. Es werden seine Auseinandersetzungen mit den älteren, bis zur Antike zurückreichenden Ansichten über den Ursprung der Getreidekrankheiten unter vergleichendem Studium der Quellen wiedergegeben. Dieser Abschnitt stellt gleichzeitig einen Beitrag zur Entwicklungsgeschichte dieser Theorien dar. Auf wichtige Vorläufer der Tillet'schen Infektionslehre sowie auf die Zusammenhänge zwischen den Ideen seiner Zeit über Pflanzenkrankheiten und den Anschauungen der zeitgenössischen Medizin und Botanik wird hingewiesen. Nach einer Darstellung seiner experimentellen Methodik und der zahlenmäßigen Auswertung seiner Versuche werden die Ergebnisse Tillet's in 154 Thesen formuliert. Anhand der Literatur des 18. und des beginnenden 19. Jahrhunderts wird das Echo der Tillet'schen Entdeckungen zu seiner Zeit in Europa und ihr Schicksal bei der Nachwelt dargestellt. Aus der Untersuchung wird abgeleitet, daß durch Tillet die experimentelle, parasitologische Epoche der Phytopathologie eingeleitet wird, daß Tillet ihr erster und gleichzeitig einer ihrer bedeutendsten Klassiker ist. Eine Reihe Darstellungen des 17. und 18. Jahrhunderts von Getreidekrankheiten ist der Arbeit beigegeben.

Literatur-Verzeichnis:*

1. Aamodt, Torrie, Takahashi: The effect of several collections of Tilletia . . on the morphology of spring wheats. Phytopathol. 26, 1936. (Leverk.).
2. Abhandlungen u. Beob. durch die ökon. Gesellschaft zu Bern gesammelt. Bern 1763, 1764. (Gött.).
3. Abhandlungen aus der Naturlehre . . . . , der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften . . . . 1741, 1764—1775. (A. G. Kaestner) (Weimar).
4. Adanson. Familles des Plantes, Paris 1763. (Contenant une Préface Istorike . . .) (Gött.).
5. Allgem. deutsche Bibliothek. 28. Bd. Berlin-Stettin 1776. (Gött.).
6. Anton. K. G. Geschichte der teutschen Landwirtschaft von den ältesten Zeiten . . . Görlitz 1799. (Gött.).
7. Aristoteles. Griech. Ausgabe b. B. G. Teubner (Ruelle.) (Köln).
8. Aristoteles. Opera (Edit. graec.) Fridericus Sylburgius, Francofurdi 1587. Apud Andreae Wecheli heredes . . . . (Leverk.).

   Astruc siehe Nr. 163.

9. Aucante. Lettres sur les mêlanges dangereux . . . Paris 1754, siehe Journal Oeconomique 1754.

   Aucanté. Deutsche Ausgabe, siehe Nützliche Sammlungen 1755.

10. Auersperg. (Joh. Graf v.) Abhandlung über die Krankheiten der Pflanzen, ihre Kenntnis und Heilung. Augsburg 1779 (vergl. Zallinger) (Münch.).
11. Aymen. Recherches sur les progrès et la cause de la Nielle. Mém. Math. Phys. Acad. Roy. Sc. par divers Savans. T. III. Paris 1760 (Gött.).
12. Aymen. Second mémoire sur les maladies des Bleds. Mém. Math. Phys. Acad. Roy. Sc. par divers Savans. T. IV. Paris 1763 (Gött.).
13. Balcke, Th. Bilder aus der Geschichte d. deutschen Landwirtschaft, Berlin 1876 (Gött.).
14. Banks, J. Von der Ursache der Krankheit im Korn . . . 30. I. 1805. Magazin aller neuen Erfindungen, Leipzig Bd. 6 (Dresden).
15. De Bary. Untersuchungen über die Brandpilze . . . Berlin 1853 (Gött.).
16. Batsch, A. J. G. C. (1761—1802) Versuch einer Anleitung zur Kenntnis und Geschichte der Pflanzen, Halle 1787 (Halle).
17. Bauhin, Joh. und Cherler, J. H. Historia Plantarum Universalis nova et absolutissima. Ebroduni 1650 (Gött.).
18. Becher, (1635—1682) Johann Joachim B.'s kluger Haus-Vater . . . . .
    Benutzt: Leipzig 1778. (Leipzig U. B.).
19. Beckmann, J. Grundsätze der teutschen Landwirtschaft, Göttingen 1783 (Leverk.).
20. Beckmann, J. Physikalisch ökonom. Bibliothek, worin von den neuesten Büchern . . . Göttingen ab 1770 — Bd. 22 (1804) (Leverk.).
21. Benevenuti, J. Abhandlung von den Ursachen des Brandes (Rostes) im Getreide und den Mitteln dagegen. Hamburgisches Magazin Hamburg und Leipzig 1761/62 (Hamburg. St. B.).
22. Bilikiewicz, Td. Die Embryologie im Zeitalter des Barock- und Rokoko. Leipzig 1932 (Leipzig).

* Enthält nur die im Original gelesenen Schriften. Siehe auch Nachtragsnummern. Ergänzende Literatur siehe Krünitz und Woolman and Humphrey.

23. Biographie Universelle (Michaud). Ancienne et Moderne. Nouv. Edit. Paris-Leipzig (Köln).

24. Bodenheimer, F. S. Materialien zur Geschichte der Entomologie bis Linné. Berlin 1928 (Berlin).

25. Bonnet, Charles. Expériences sur la végétation des plantes dans d'autres matières que la terre. Mém. Math. Phys. Acad. Roy. Sc. T. I. Paris 1750 (Berl. St. B.).

26. Bonnet, Charles. Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes, et sur quelques autres sujets relatifs à l'histoire de la végétation. Gottingue et Leide 1754 (Gött.).

27. Bradley, R. Cambridge. A Survey of the Ancient Husbandry and Gardening, London 1725 (Gött.).

28. Braunschweigische Anzeigen 15, 1759 (Braunschwg.).

29. Braunschweigisches Magazin, 39. Bd. 1826. (Braunschweig. Techn. H.).

30. Bressman, E. N. Lolium infected with Bunt of Wheat. Phytopath. 22, 1932, 865—66 (Leverk.).

31. Buchheim, Al. Einfluß von Brandbefall auf Wachstum und Habitusbild der Wirtspflanze. Phytopath. Ztschr. 8, 1936, 615—20 (Leverk.).

32. Buddenbrock, W. v. Bilder aus der Geschichte der biolog. Grundprobleme, Berlin 1930 (Köln).

33. Crome, G. E. W. (Prof. i. Möglin.) Handbuch der Naturgeschichte für Landwirte. (Mit Vorrede v. Albr. Thaer) Hannover 1810 (Berl. St. B.).

34. Dannemann, F. Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung . . . . Leipzig 1921 (Leverk.).

35. Donaldson, J. s. Möglin'sche Jahrbücher der Landwirtschaft.

36. Dossie, R. Memoirs of Agriculture II. London 1771 (Gött.).

37. Duhamel Du Monceau, Elements d'Agriculture Paris 1763 (Gött.).

38. Duhamel Du Monceau, Abhandlungen von dem Ackerbaue, nach den Grundsätzen des Herrn Tull. Dresden 1752 (Dresden).

— Elsner — Möglin 1821 siehe Möglinsche Annalen ...

39. Encyclopédie oeconomique Yverdon T. IV. 1770 u. a. (Gött.).

40. Eriksson, I. und Henning, E. Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur. Stockholm 1896 (Berlin St. B.).

41. Eysfarth, Chr. Sigism. Dissert. Physic. de Morbis plantarum ... Facult. Philos. Lips. 7. Julii 1723 (Darmst.).

42. Fabricius, J. C. Kgl. Norske Videnskabers Selskabs Skrifter, 5. p. 431-492 Kopenh. 1774. Neue Ausgabe: Gram, E. Tidsskrift for Planteavl. 32, 1926 (Bibl. d. Verf.).

43. The Complete Farmer or a general Dictionary of Husbandry London 1769 (Gött.).

44. Fischer, Christoph S. J. Fleißiges Herrenauge . . . ins Teutsche übersetzt von Agatho-Carione Franckfurt u. Nürnberg 1690 (Leverk.).

45. Fischer, G. W. The longevity of smut spores in herbarium specimens. Phytopathology 136, 26, 1118—1127 (Leverk.).

46. Florinus, Franc. Phil. Oeconomus prudens et legalis. Hauß-Vater 4 Bde. Nürnberg—Franckfurt—Leipzig 1750 (Gött.).

47. Fraas, C. Geschichte der Landbau- und Forstwissenschaft München 1865 (Jena).

48. Fränkische Sammlungen Bd. VI Nürnberg 1762 (Erlangen).

49. Gelehrte Nachrichten auf das Jahr 1757 Rostock und Wismar (Rostock).

50. Geoffroy le Jeune. Observations sur la structure et l'usage des principales parties des Fleurs. Hist. Acad. Roy. Sc. 1711. Paris 1714 (Gött.).

51. Gerlach, Henricus (unter S. P. Hilscher). De Natura et Origine Roris mellei vulgo dicti et rubiginis vegetabilium. Jena. Sept. 1736 (Jena).

52. Giesische wöchentlich gemeinnützige Anzeigen und Nachrichten vom Jahre 1765 (Gießen).

53. Ginanni, Francesco. Delle malattie del grano in erba. Pesaro 1759 (Gött.).

— s. auch Journal Oeconomique.

54. Giornale d'Italia . . . alla Scienza naturale. Venezia 1771 u. a. (Gött.).

55. Glauber, J. R. (Siehe Nr. 172!) De medicina universali seu Auro potabili vero. Amsterdam 1657 (Münch.).

56. Glauber, J. R. Furni novi philosophici Amsterdam 1648 (Leverk.).

57. Glauber, J. R. Deutschlandts Wolfarth 1659 (Münch.).

58. Gleditsch, J. G. Nouvelles Observations pour servir de supplément à l'histoire de la nielle des Bleds. Hist. Acad. Roy. Sc. Berlin 1756 (Berlin).

59. Gleditsch, J. G. Vermischte Physikal. Botan. Oeconom. Abhandlungen Halle 1765, 66, 67 (Halle).

60. Gleichen, Friedr. Freih. von, gen. Rußworm . . . . auserlesene mikroskopische Entdeckungen bey den Pflanzen, Blumen und Blüthen, Insekten und anderen Merkwürdigkeiten. Nürnberg 1777 (Münch.).

61. Göttingische Anzeigen von gelehrten Sachen. Göttingen 1755, 1758 (Gött.).

— Gram, E. siehe Fabricius!

62. Güntz. Handbuch d. Landw. Literat. I. Th. Leipzig 1897 (Berl. Landw. H.).

63. Haeser H. Lehrbuch der Geschichte der Medizin u. d. epid. Krankheiten Bd. II Jena 1881 (Leverk.).

64. Hales, St. (1677—1761) La statistique des végétaux et l'Analyse de l'Air. trad. Buffon. Paris 1735 (Halle). Die deutsche Ausg. besorgte Christian Wolff.

— Hamburg. Magazin 1761/62 siehe Benevenuti.

— Hannoverische Beyträge siehe Nachtrag.

— Hannov. gelehrte Anzeigen, ab 1755: Nützliche Sammlungen s. dort.

65. Hecke, L. Die wissenschaftliche Entwicklung der Phytopathologie. Wien 1915 (Wien).

66. Hirsch, A. Geschichte der mediz. Wissenschaften in Deutschland. München-Leipzig 1893 (Leipzig U. B.).

67. Histoire de l'Acad. Roy. d. Sc. Paris (Berlin, Gött.).

68. Hohenthal, Peter, Freyherr von . . siehe Oekonom. Nachrichten Leipzig 1755.

69. Home, F. Grundsätze des Ackerbaus (übers. v. J. Chr. Woellner) Berlin 1763 (Berlin).

70. Horn, W. siehe Plenciz.

71. Imhof, Franc. Jacob. Zeae Maydis Morbus ad Ustilaginem vulgo relatus. Specim. inaugur. 11. Jun. 1784. Diss. med. Argentor. Vol. 336 (Gött.).

72. Josephus, Flav. Siehe 155.

73. Journal des Sçavans (Combin. avec les Mém. de Trevoux), Amsterdam 1755 (Gött.).

74. Journal de Verdun = Suite de la Clef ou Journal Historique sur les matières de tems. C. J. Verdun. Paris 1730—1741 (Gött.).

75. Journal Oeconomique ou Mémoires, Notes et Avis sur l'Agriculture . . . . Nov. 1754. Paris, p. 34. Lettre sur les mêlanges dangereux qu'on employe pour empêcher la nielle des bleds. Par M. Aucante, Conseiller du Roi, Maire de la ville de Neuville (Gött.).

76. Journal Oeconomique Paris 1761, 1762, 1763, 1764 (Berlin St. B.). Observations et expériences sur le Bled charbonné, p. M. le comte Ginanni, Patrice de Ravenne.

77. Kasten. Der deutsche Gewerbsfreund. 3. Jahrgang 1817 (Berl. St. B.).

78. Krünitz, J. G. Oeconomische Encyclopaedie oder allgem. System der Land-, Haus- und Staatswirtschaft . . . Berlin ab 1773 (Leverk.).

79. Kunst- und Werck-Schuel. Der curieusen K. u. W. Sch. erster und anderer Teil. Nürnberg 1696 (Leverk.).

80. Künstler. Der curiöse K. Kunst-Hauß- Artzney- und Wunderbuch. Nürnberg 1710 (Leverk.).

81. Langethal, Chr. Ed. Geschichte der teutschen Landwirtschaft, Jena 1847 (Gött.).

82. Langius, Carol. Nicol., carol. Nic. Langii . . . descriptio morborum ex esu clavorum secalinorum cum pane. Lucernae 1718. Acta eruditorum Lipsiae 1718 (Leipz. St. B.).

83. Ledermüller, Martin Frobenius. Mikroskopische Gemüths- und Augenergötzung Nürnberg 1761. (Erlang. 10. Mai) (Nürnberg).

84. Leeuwenhoek, A. a. (1632—1723) (Arcan nat. ep. 109). Oekon. physik. Abhandlgn. T. 12. Leipzig 1757, Bd. III. „Vom Honigthau". (Gött.).

85. Leipziger Sammlungen (Zincke) Verschied. Bde. 1760 u. a. (Weimar).

86. Leonhardi, F. G. Allg. theor. prakt. Stadt- und Landwirthschaftskunde Leipzig 1789 (Jena Lw.).

87. Linné, Caroli a. . . . Amoenitates Academicae seu Dissertationes variae Vol. VII. Holmiae 1769, 395, Joh. C. Roos, Upsaliae 1767 (Gött.).

88. Lippmann, E. O. v. Urzeugung und Lebenskraft Berlin 1933 (Gött.).

89. Martini, E. Wege der Seuchen. Stuttgart 1936 (Hamburg).

90. Martini, F. H. W. Allgemeine Geschichte der Natur. Herausg. v. J. G. Krünitz Berlin 1790 (Gött.).

91. Mémoires d'Agriculture . . . Départ. de la Seine. T. I. An IX. (Parmentier.) T. VI. An X. (Geschichte der Oekonomie) (Gött.).

92. Mémoires de Trevoux 1757. V. II Art. XII. (Gött.).

93. Mémoire pour l'Historie des Sciences et Beaux Arts Paris 1755 (Gött.). (vergl. 67.).

94. Mercure de France. 1757. Paris (Gött.).

95. Meyen, F. J. F. Pflanzen-Pathologie (Chr. G. Nees v. Esenbeck herg.) Berlin 1841 (Berlin St. B.).

96. Meyer, C F. „Abhandlung von dem Brande im Getreide und den Mitteln, solchem zu zu wehren." Hannover. Gelehrte-Anzeigen 1752, 78, p. 1021—26 (Gött.). Gekürzt und anonym auch in Leipziger Sammlungen (Zincke) Bd. XV 1760 (Weimar).

—Meyer, E. Diss. 1928. Siehe Nachtrag.

97. Meyer, Ernst H. F. Geschichte der Botanik. Königsberg 1854, 55 . . . (Gött.).

98. Michelet, J. Histoire de France au dix-huitième siècle Paris 1867 (Bonn).

99. Michelsen-Nedderich. Geschichte der deutschen Landwirtschaft. 4 A. Berlin 1902 (Berlin L. H.).

100. John Mill's Esq. Vollständiger Lehrbegriff von der praktischen Feldwirtschaft. Aus dem Engell. übers. Leipzig 1764 (Weimar).

101. Model's I. G. Kleine Schriften St. Petersburg 1773 (Berlin St. B.).

102. Möglinsche Annalen der Landwirtschaft (Königl. Pr. Akad. Möglin.-Thaer). 8. Bd. Berlin 1821 (Berlin St. B.).

103. Möglinsche Jahrbücher der Landwirtschaft (Kgl. Pr. Akad.) Bd. I. Berlin 1836 (Berlin St. B.).

104. Münchhausen. Der Hausvater. 3. A. Hannover 1771 (Gött.).

105. Needham, J. T. Nouvelles découvertes faites avec le Microscope. Übers. v. Trembley (!) Leiden 1747 (Gött.).

106. Needham. 1742/43 siehe Philosophical Transactions London 1744.

107. Nees von Esenbeck, C. G., (1776—1885) Das System der Pilze und Schwämme. Würzburg 1817 (Würzburg).

108. Neues Magazin aller neuen Erfindungen . . . (Hermbstädt, Kühn, Baumgärtner). Leipzig o. J. Bd. I. (Prévost's Mittel . . . . .) (Dresden).

109. Nordenskiöld. Die Geschichte der Biologie. (Dtsch. v. G. Schneider) Jena 1926 (Erlangen).

110. Le Nouvelliste Oeconomique et Litteraire. T. VII A la Haye 1755. T. IX 1755 (Gött.).

111. Nützliche Sammlungen vom Jahre 1755. Erster Teil. Hannover 1756 (Forts. d. Hannov. gelehrten Anzeigen 1750—54) (Gött.). 75 Stck. Aucante. — p. 1534 Nützliche Anmerkungen über das communicierte Schreiben des Herrn Aucante . . .

112. Oekonom. Nachrichten Leipzig 1750 u. a. ... (Peter Freyherr von Hohenthal, Falkenberg) (Gött.).

113. (C. L. N. = Carl Ludwig Neuenhahn?) Oekonom.-Physical. Abhandlungen. T. 10. Leipzig 1757 (Gött.).

114. Parmentier, A. A. Instruction sur le moyen de préserver le Froment de la Carie. In Mémoires Société d'Agriculture du Département de la Seine T. I. Paris An IX. (Gött.).

115. Parmentier, A. A. Observations et Expériences sur les maladies et les accidens du Bled ... 1776 Bibliothèque Physico Économ. 1784. III Paris 1785 (Gött.).

116. Parmentier, A. A. Instruction sur le moyen de préserver le froment de la carie. Paris An IX. (Siehe 91).

117. Philosophical Transactions Vol. XLII (1742 u. 1743) London 1744. (Gött.). A Letter from Mr. T. Needham . . . With some Microscopical Observations on the Farina of the Red Lily, and of Worms discovered in Smutty Corn. p. 634.

— Philosophical Transactions. 1740 s. Pluche.

118. Phisikalisch-Oekonomische Wochenschrift Stuttgart 1756 (Stuttg.).

119. Der physikalische und ökonomische Patriot. Hamburg 1756, 1757, 1758 (Hamburg St. B.). (Schreiben des Herrn Le Roy an Herrn Diderot . . . 48 Stck. 1757, p. 382). (Schreiben des Herrn Tillet an . . . . 4 Stück 1758, p. 29).

120. Planer, J. A. Disputatio botanica de Ustilagine Frumenti ... 27. Aug. 1709 Tubingae. (u. Camerarius) (Tübing.).

121. Plenciz, Marci Antonii. Opera Medico Physica. Contagii Morborum ideam novam ... Vindebonae 1762 (Gött.).

122. Plenciz, M. A. 1762 s. a. Horn, W. Über „vergessenes" biologisches Wissen. Arb. phys. angew. Entom. 3, 1936, p. 238—43 (Leverk.).

123. Plenck, J. J. Physiologia et Pathologia Plantarum. Viennae 1794 (Gött.).

124. Plinius, C. Plinii secundi. Historia mundi naturalis. Frankf. 1582 (Lechler-Feyerabend) (Leverk.).

125. Pluche, Abbé. Part of a letter from the Abbé Pluche to Dr. Mortimer . . . concerning the Smut of Corn. Paris 24. Oct. 1736. Philosophical Transactions. Vol. XLI London 1739/40 (Gött.).

126. Pluche. Le spectacle de la nature ou entretiens sur les particularités de l'histoire naturelle T I—VII Paris 1744—46 (Gött.).

127. Poggendorff, J. C. Biographisch-Literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften. Leipzig 1863 (Leverk.).

128. Prévost, J. B. A. Lullin Ch., Instruction pratique sur la carie ou Pourri des Blés.... Extraite de l'ouvrage de M. B. Prévost. Paris Genève 1811 (Gött.).

129. Rádl, Em. Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit. Leipzig-Berlin 1913 (Köln).

130. Roffredi in Abbé Rozier. Observations sur la physique . . . T. V. Paris 1775 (Gött.).

131. Rohr, von, F. M. Oekonomische Reliquien, Breslau 1769 (Breslau).

132. Ronconi, Ign. La Coltivazione Italiana . . Dizionario. T 1 u. 2 Venezia 1771 (Gött.).

— Roos, Joh. C. Upsaliae 1767 siehe Linné.

133. Röselvon Rosenhof, Aug. Joh. Insecten-Belustigung. Nbg. Ab 1746 (Bibl. d. Verf.).

134. Rössig, C. G. Die Geschichte der Oekonomie der vorzüglichsten Länder und Völker. Leipzig 1798 (Gött.).

— Rozier s. Roffredi.

135. Sachs, J. Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860. München 1875 (Köln).

136. Sammlung von Natur- und Medizin . . . Winter-Quartal 1719 Breslau (Bresl.).

— Schneider, J. Gottl. Lipsiae 1818 s. Theophrast.

137. Schreber, D. G. in Nützliche Sammlungen vom Jahre 1757. Hannover 1758 (Halle).

138. Schreber, D. G. Sammlung verschiedener Schriften . . . Halle 1756, 1760, 1764 (Halle).

139. Schulthess, H. H. Vorschlag einiger durch die Erfahrung bewährter Hilfsmittel gegen den Brand im Korn. (26. Jenner 1761). Abhdlg. Naturf. Gesellschaft in Zürich. I. Zürich 1761 (Weimar).

140. Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlg. a. d. Naturlehre. (A. G. Kaestner) (Weimar).

141. Seetzen, U. J. Systematum Generaliorum de Morbis Plantarum Brevis dijudicatio Tentam. inaug. Bot. Pathol. Acad. Georg. Aug. Gottingae 22. Sept. 1789 (Gött.).

— Selecta Physico-Oeconomica, siehe Nachtrag.

142. (Sinclair, J. — Young, A.) On Husbandry of three celebrated British Farmers. London 1815 (Weimar).

143. Sorauer. Handbuch der Pflanzenkrankh. Berlin. Alle bish. Auflag. (Leverk.).

144. Spittler, Chr. Fr. Bemerkung über das Brandkorn. 1775 in: Bemerkungen der Kuhrpfälz. physik. oekon. Gesellschaft, Lautern 1779 (Speyer).

145. Sprengel, C. Land- und Forstwirtschaftl. Zeitschrift . . . Bd. III. Braunschweig 1835 (Braunschw.) T. H.

146. Sprengel, C. Chemie für Landwirthe . . . Göttingen 1831/32 (Gött.).

147. Sprengel, K. Geschichte der Botanik. Altenburg-Leipzig 1817/18 (Gött.).

— Sprengel, K. 1822 siehe Theophrast.

148. Staats- und Gelehrte Zeitungen des Hamburgischen unpartheyischen Correspondenten. Hamburg 1755 und 1756 (Hamburg).

149. Stürler. Schreiben des Herrn Stürler von Cottens, über die Weise, den Brand im Getreid zu verhüten. Der Schweitz. Ges. in Bern. Sammlungen von Landw. Dingen. Zürich 1760 (Gött.).

150. Tabernaemontanus — Casparus Bauhinus — Hieronymus Bauhinus. New vollkommenlich Kräuter Buch. Basel 1664 (Leverk.).

151. Tessier, l'Abbé. Traité des maladies des grains. Paris 1783 (Gött.).

152. Theophrast. Wimmer, Fr. Theophrasti Eresii Opera. 2 Bd. Lipsiae 1854 (Gött.).

153. Theophrast. Kommentar v. Sprengel K. Altona 1822. (Gött.).

154. Theophrasti Eresii . . . opera. Schneider, J. Gottl. Lipsiae 1818 (Gött.).

155. Tillet, Mathieu. Dissertation sur la cause qui corrompt et noircit les grains de bled dans les épis et sur les moyens de prevenir ces accidens . . . Bordeaux 1755 (Berlin St. B.).

156. Tillet, M. Suite des Expériences Relatives à la méme Dissertat. Bordeaux 1755 (s. 155).

157. Tillet, M. Suite des Expériences et Reflexions Relatives à la Dissertation sur la la cause qui corrompt et noircit les grains de Bled dans les épis et sur les moyens de prévenir ces accidens. Qui a remporté le Prix au jugement de l'Académie Royale des Bellets-Lettres, Sciences et Arts de Bordeaux. Paris 1755 (Wien. N. B.) (angebd. den Précis . .).

158. Tillet, M. Précis des expériences qui ont été faites par ordre du Roi à Trianon, sur la cause de la corruption des Bleds et sur les moyens de la prévenir; à la suite duquel est une Instruction propre à guider les Laboureurs dans la manière dont ils doivent préparer le Grain avant de le semer. A. Troyes. A Paris 1756. (Wien N. B.).

159. Tillet, M. Lettre à M. * * * Mercure de France. Paris. Mai-Juni 1757 (p. 179).

160. Tillet, M. Des Herrn T's, Münzdirektors zu Troyes, Abhandlungen von der Ursache, woher die Körner des Getreides in den Ähren verderben und schwarz werden, und von denen Mitteln, wodurch man diesen Zufällen zuvor kommen kann, welche bey der Königlichen Akademie der Wissenschaften und freyen Künste zu Bourdeaux den Preiß erhalten hat. Hamburg und Leipzig 1757 (Halle). In Weimar angebunden den Leipziger Sammlungen (Zincke) Bd. XII.

161. Tillet, M. Observations sur la maladie du Mais ou Blé de Turquie. Hist. de l'Acad. Roy. Sc. Paris. Avec les Mém. Math. Phys. Paris 1761 (Berlin).

162. Tillet, M. Des Herrn Tillet Beobachtungen einer Krankheit des türkischen Weizens oder des Mais. (J. B.) Hannov. Magazin 1768 (Gött.).

163. Tillet, M. Herrn Tillet's Anmerkung über die Krankheit des Mais oder türkischen Korns. Neues Hamburg. Magazin, Leipzig 1777 (Hamburg). (Darin auch: ... Herrn Astruc's Mutmassung über das Aufrichten der nach dem Horizont gebogenen Pflanzen.).

164. Tillet, M. Extrait de l'histoire d'un Insecte qui devore les grains de ... l'Angoumois, par M. M. Duhamel et Tillet. Paris 1763. In: Journal Oeconomique Avril 1763 (Gött.).

165. Tillet, M. Histoire Acad. Roy. Sc. an. 1759. Paris 1765 (Bericht über die Versuche in Montrouge) p. 118 (Gött.).

166. Tillet, M. Expériences et Observations sur la végétation du Blé dans chacune des matières simples dont les terres labourables sont ordinairement composées et dans différens mélanges de ces matières par lesquels on s'est rapproché de ceux qui constituent ces mêmes terres à labour. p. 99—156. Hist. Acad. Roy. Sc. An. 1772. Paris 1775 (Berlin).

167. Tournefort, M. Observations sur les Maladies des Plantes Hist. (Mém.) Acad. Roy. Sc. Paris 1705 (Gött.).

168. Tozzetti, Giov. Targ. Alimurgia o sia modo di render meno gravi Le Carestie . . . . Firenze 1767 (Gött.).

— Tscharner, siehe Abhdlg. Bern.

169. Tulasne, L. R. et Ch. Mémoire sur les Ustilaginées comparées aux Uredinées. in: Ann. Sc. Natur. III Sér. Bot. T. VII. Paris 1847 (Berlin St. B.).

170. Unger, F. In: Flora 1845 p. 641. (Erlangen).

171. Unger, F. Die Exantheme der Pflanzen. Wien 1833 (Gött.).

172. Wehnelt, B. Beiträge zur Geschichte des Pflanzenschutzes II. Johann Rudolf Glauber. Nachr. ü. Schädlgsbek. Leverk. 1935.

173. Wiegmann, A. F. Die Krankheiten und krankhaften Mißbildungen der Gewächse ..... Braunschweig 1839 (Gött.).

— Wimmer, Fr. 1854, siehe Theophrast.

174. Wolff, Chr. Entdeckung der Wahren Ursache von der wunderbahren Vermehrung des Getreydes. Halle 1718 (Halle).

175. Woolman, Horace M. and Humphrey Harry B. Summary of literature on bunt or stinking smut, of wheat. United States Dep. Agric. Bull. 1210, May 1924 Washington (Berlin St. B.).

176. Young, A. Course of Experimental Agriculture. Two thousand original Experiments I. und II. London 1770 (Gött.).

177. Zallinger, J. B. — S. J. De Morbis plantarum cognoscendis et curandis dissertatio ex phaenomenis deducta. Oeniponti 1773 (Münch.).

178. Zeiger, A. Ambrosius Zeigern. Vernünftige Anleitung zur Oekonomie Franckf. a. d. Oder 1757 (N. Ausg.) (Jena).

179. Zwinger, J. J.. (Zwingerus). Dissertatio medica inauguralis de Valetudine plantarum secunda et adversa. Basil. 1708 (Gött.).

Nachtrag:

180. Haller, A. Bibliotheca Botanica II. Tiguri 1772. Gute Angaben über „Du Tillet" (Gött.).

181. Hannov. Beyträge IV Hannov. 1763 „... des Herrn du Plessis Mittel..." (Gött.).

182. Journal de Paris 1787, p. 1231, 1289 (Bonn).

183. Meyer, E. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Phytopathol. und des Pflanzensch. Dissert. Berlin 1928. (Berlin). (Hinsichtl. Tillet und der Geschichte des Brandes vielfach irrtümlich).

184. Selecta. Physico-Oeconomica. Angen. u. nützl. Sammlungen I. (Stuttg. 1752. (Stuttg.).

Errata:

Seite 47, Kap. II Humphrey; Seite 49, Abschn. 2 Humphrey.
Seite 76, Abschn. 3, Z. 5: „Urzeugung und der" zu streichen.

Belegstellen wichtiger Zitate aus Tillet's Werken.

S. 45	oben	Tillet: 155, p. III.	S. 86	Abschn.	3	Tillet: 155, p. 78.
S. 56	oben	„ : 155, p. 5.	S. 86	„	5	„ : 155, p. 89.
S. 56	Abschn. 3	„ : 155, p. VI.	S. 90	„	1	„ : 155, p. 105.
S. 57	„ 1	„ : 155, p. V.	S. 95	„	2	„ : 155, p. 139.
S. 57	„ 4	„ : 158, p. 17.	S. 102	These	29	„ : 155, p. 79.
S. 57	„ 5	„ : 155, p. II.	S. 105	„	46	„ : 155, p. 143.
S. 58	„ 3	„ : 155, p. III.	S. 106	„	48	„ : 155, p. 142.
S. 59	„ 1	„ : 155, p. V.	S. 109	„	76	„ : 155, p. 106.
S. 68	„ 1	„ : 155, p. 17.	S. 109	„	79	„ : 160, p. 292.
S. 79	„ 1	„ : 155, p. 2.	S. 111	„	92	„ : 155, p. 143.
S. 80	„ 2	„ : 155, p. 63.	S. 111	„	95	„ : 155, p. 126.
S. 80	„ 3	„ : 155, p. 82.	S. 112	„	104	„ : 155, p. 33
S. 83	„ 3	„ : 155, p. 5 u. 2.	S. 119	„	141	„ : 155, p. 25.
S. 84	oben	„ : 160, p. 243.	S. 120	„	154	„ : 155, p. 76.

Summary - Résumé - Resumen.

Contributions to the History of Phytopathology - III

By Dr. B. Wehnelt, Cologne-Flittard.

Mathieu Tillet — Tilletia

The story of a discovery.

Summary.

This publication deals from a historical point of view with the most important work of the French economist Mathieu Tillet and describes his valuable and varied researches on the subject of corn diseases. After discussing the literature used in his investigations, the author sketches Tillet's life and character from the material available. It is related how this pioneer of phytopathology contested former theories on the origin of cereal diseases, many of which dated back to earliest antiquity; this section of the work furnishes a contribution to the history of these theories. Important forerunners of Tillet's teaching are mentioned and the connection between the ideas of his age on plant diseases and the views of contemporary medicine and botany illustrated. After a description of his experimental methods and of the numerical evaluation of his tests, Tillet's results are set forth in 154 theses. From the literature of the 18th. and early 19th. centuries the author shows the effect these discoveries had in Europe at that time and outlines their subsequent fortune at the hands of posterity. He comes to the conclusion that Tillet's researches introduced the experimental parasitological epoch of phytopathology and that he was its first classic and one of its most outstanding figures. Some 17th. and 18th. century pictures of corn diseases are included in the work.

Contributions à l'histoire de la phytopathologie III.

Par le Dr. B. Wehnelt, Cologne-Flittard.

Mathieu Tillet — Tilletia

L'histoire d'une découverte.

Résumé.

La présente publication décrit, en les situant dans leur cadre historique, les principales recherches sur les maladies des céréales, les travaux précieux et si divers du savant économe français Mathieu Tillet. Après avoir caractérisé la littérature utilisée pour cette étude, l'auteur s'efforce, à l'aide des traditions, de nous représenter la vie et la personnalité scientifique de Tillet. L'auteur relate les considérations de Tillet sur les théories antiques de l'origine des maladies

des céréales et compare les données du savant français avec les textes originaux. Ce chapitre fournit également une contribution au développement historique de ces connaissances. On y trouve mentionnés les prédécesseurs importants de la théorie de Tillet sur l'infection ainsi que les rapports entre les idées de son temps sur les maladies des plantes et les opinions de la médecine ou de la botanique contemporaines. Après une description des méthodes expérimentales de Tillet et de l'analyse mathématique qu'il a faite en se basant sur ses résultats, ces derniers nous sont formulés en 154 thèses. L'étude de la littérature du 18e siècle et du début du 19e permet d'apprécier l'écho qu'eurent les découvertes de Tillet à son époque et leur sort dans les générations suivantes.

Cette étude nous enseigne que l'époque expérimentale, parasitologique, de la pathologie végétale débute par Tillet et que Tillet en est le premier et l'un des plus importants classiques. Ce travail contient, en outre, tout un ensemble de gravures du 17e et 18e siècle sur les maladies des plantes.

Contribuciones a la historia de la fitopatología III

Por el Dr. B. Wehnelt, Colonia-Flittard

Mathieu Tillet — Tilletia

La historia de un descubrimiento

Resumen.

El trabajo aquí referido trata de los estudios de más importancia histórica del sabio economista francés Mathieu Tillet: sus valiosas y múltiples investigaciones en el dominio de las enfermedades de los cereales, dentro de los límites que le imponía su época. Después de una caracterización de la literatura analizada, se ensaya describir la vida y la personalidad de investigador de Tillet a base de lo legado por la tradición. Se citan sus discusiones con las hipótesis admitidas, en parte desde la Antigüedad, sobre el origen de las enfermedades de los cereales, con el estudio comparativo de sus fuentes. Este capítulo es al mismo tiempo una contribución a la ontogenia de estas teorías. Se mencionan importantes datos precursores de la teoría de Tillet, así como las relaciones entre sus ideas sobre las enfermedades de los vegetales y las teorías de la medicina y botánica contemporáneas. Después de la exposición de sus métodos experimentales y del análisis de sus resultados, se formulan los resultados de Tillet en 154 tesis. A base de la literatura del siglo 18 y de los comienzos del 19, se da a conocer el eco de los descubrimientos de Tillet en su tiempo en Europa y su suerte en los tiempos ulteriores. De la revisión se desprende que Tillet inició la era parasitológica experimental de la fitopatología, que Tillet fué el primero y más importante de sus clásicos. Se añaden al trabajo varias descripciones de las enfermedades de los cereales, procedentes de los siglos 17 y 18.

Verlag: »Bayer«, Leverkusen a. Rh. Für den Inhalt verantwortlich: Dr. H. W. Frickhinger, Planegg vor München.

BAYER
BAYER